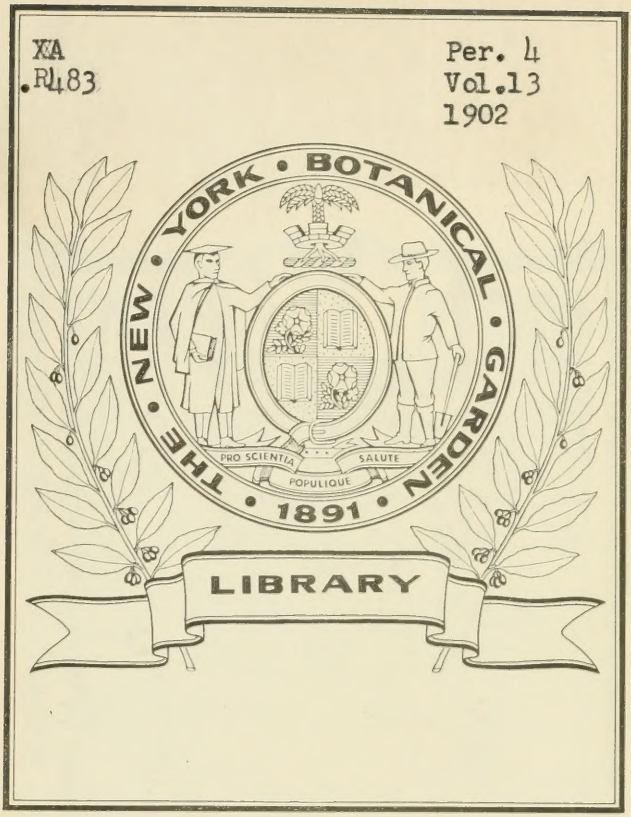
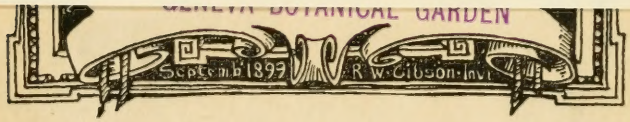
XA
.R483

Per. 4
Vol.13
1902





CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

Genève. – Imprimerie Ch. Eggimann & Cie, 18, Pélisserie.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

CENT SEPTIÈME ANNÉE

QUATRIÈME PÉRIODE

TOME TREIZIÈME

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

GENÈVE
BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18.

LAUSANNE
G. BRIDEL ET Cie
Place de la Louve, 1

PARIS
G. MASSON
Boulevard St-Germain 120

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, GEORG & Cie, A BALE

1902

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

XA
.R463
Ser. 4
Vol. 13
1902

ÉTUDE THERMIQUE

DE

QUELQUES ALLIAGES

ENTRE

ZINC ET ALUMINIUM

ET CUIVRE ET ALUMINIUM

PRIS EN PROPORTION DÉFINIE

PAR

W. LOUGUININE et A. SCHUKAREFF

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

Premier Mémoire

La question de la formation des alliages composés en proportion définie et formant des substances définies est à peine ébauchée.

Parmi les diverses méthodes qui peuvent servir dans ces études, la détermination de l'effet thermique accompagnant la formation des alliages ayant la propriété de substances définies est probablement la plus sûre, car il est évident que la formation de pareils alliages, ainsi que de tout autre combinaison définie, doit être accompagnée d'un effet thermique.

Malgré sa grande importance, l'étude thermo-chimique des alliages est à peine commencée. Berthelot a fait l'étude thermochimique de quelques amalgames et depuis lors, durant plusieurs années, rien n'a été tenté pour éclaircir cette question d'un haut intérêt scientifique.

Ce n'est que dans ces tout derniers temps que quel-

AUG 7 - 1923

ques travaux ont été faits dans cette direction. Ainsi en 1900 J.-B. Tayler a appliqué à l'étude de la formation des alliages une méthode qui avait déjà été employée par le Dr Galt et communiquée à la Société de physique de Londres, le 11 mai 1900.

Cette méthode consiste à mesurer l'effet thermique accompagnant la dissolution dans le mercure des métaux composant l'alliage et de l'alliage lui-même ; la différence entre les qualités de chaleur ainsi mesurées correspond à la chaleur de formation de l'alliage étudié. Nous donnons plus loin l'indication de la théorie qui sert de base commune à toutes les méthodes de détermination de ce genre.

Les recherches de Tayler ont porté sur la chaleur de formation des alliages ; entre plomb et zinc ; plomb et bismuth ; étain et zinc et plomb et étain. Le mémoire contenant ces recherches a paru dans le *Phylosophical Magazine*, 5me série, vol. 50, p. 37.

Le principe de cette méthode a été également appliqué dernièrement par Berthelot à l'étude des chaleurs de transformation des divers états allotropiques de l'argent.

En 1901, il a paru dans les *Phylosophical Transactions*, série A, vol. 196, p. 529-546, un mémoire de Baker : « The Thermochemistry of the alloys of *Cu* and *Zn* ».

Nous devons citer enfin le travail publié par Herschkowitsch en novembre 1898 dans la *Zeitschrift für Physikalische Chemie*. Nous reparlerons de ces deux dernières recherches dans notre deuxième article, dans lequel nous traiterons des alliages de Cu et Al. Toutes ces méthodes ainsi que celles dont nous nous

sommes servis dans les recherches qui font le sujet du présent mémoire reposent sur le postulat très connu d'un des principes fondamentaux de la thermochimie : d'après ce principe, dont la découverte appartient à Hesse, la chaleur dégagée en passant d'un état initial d'un système à un état final déterminé, dépend uniquement de ces deux états et non de la manière dont le passage de l'un à l'autre est effectué.

Le postulat dont l'application sert de base aux recherches thermochimiques sur les alliages est formulé de la manière suivante :

La chaleur dégagée lors du passage d'un état initial *A* à un autre état initial *B* est égal à la différence entre les chaleurs dégagées lors de la transformation du système depuis les états initiaux *A* et *B* jusqu'à un état final *C* identique pour les deux systèmes.

Nous croyons utile de donner ici l'application de ce postulat à nos études sur les alliages entre le zinc et l'aluminium, dans lesquelles nous avons fait agir l'acide chlorhydrique sur les deux métaux pris isolément et sur l'alliage qu'on en a formé.

Notre état initial dans ce cas se compose des deux métaux pris isolément et l'état final de leurs deux chlorures.

La transformation du premier état dans le second peut être faite de deux manières différentes et la quantité de chaleur dégagée est selon la loi de Hesse, la même dans les deux cas.

A. Comme premier mode de transformation, nous faisons agir l'acide chlorhydrique directement sur les deux métaux non combinés : il se dégage dans cette réaction une quantité de chaleur φ que nous mesurons.

B. Nous combinons d'abord les deux métaux et nous

en formons un alliage ; l'effet thermique accompagnant cette réaction ne peut être mesuré directement ; l'alliage étant formé dans un creuset chauffé dans un four Perrot ; c'est pourquoi nous le nommons X. Nous faisons ensuite agir sur l'alliage ainsi formé l'acide chlorhydrique qui transforme les deux métaux qui composent l'alliage en chlorures identiques à ceux obtenus dans le mode d'opérer A ; la chaleur dégagée par l'effet de l'acide sur l'alliage est mesurée par nous, nous la nommons φ_1.

Comme dans les deux modes de transformation l'état initial et l'état final sont les mêmes, nous posons l'équation $\varphi = X + \varphi_1$ (loi de Hesse) et nous en tirons $X = \varphi - \varphi_1$, c'est-à-dire que X l'effet thermique correspondant à la formation de l'alliage est égal à la différence des chaleurs dégagées dans l'action de l'acide chlorhydrique sur les métaux isolés et sur leurs alliages ; ce qui était à démontrer.

Nos recherches ont porté sur deux groupes d'alliages. Dans ce premier travail nous donnons le résultat de nos recherches sur les alliages entre le zinc et l'aluminium. Dans un deuxième nous traiterons des alliages du cuivre et de l'aluminium.

Au moment où nos expériences ont été entreprises la méthode Tayler n'était pas encore connue ; nous avons eu recours à la méthode employée par Berthelot dans ses études sur les amalgames et l'avons appliquée à nos recherches sur les alliages entre le zinc et l'aluminium. Nous formulerons du reste en temps et lieu les objections que nous avons à faire contre la méthode Tayler.

Nous avons également étudié une nouvelle méthode

dont nous nous réservons l'application dans les études que nous comptons continuer sur divers alliages, mais qui dans les recherches que nous venions d'entreprendre n'a pu être appliquée. Nous trouvons néanmoins utile d'en exposer ici le principe.

Cette méthode consiste à faire agir sur les métaux isolés d'un côté, et sur leurs alliages d'un autre, un mélange composé de *100* gr. de HNO_3 (d = 1.40) + *10* gr. CrO_3. Cette quantité de CrO_3 ne peut être dissoute dans la quantité indiquée de HNO_3 qu'en échauffant la dissolution : au refroidissement elle dépose des cristaux de CrO_3. Pour maintenir le liquide à l'état sursaturé (car ce n'est qu'en employant les quantités indiquées de CrO_3 que nous avons obtenu des résultats concordant) il suffit d'ajouter au mélange indiqué une goutte d'alcool. Il se produit certainement une réduction d'une petite quantité de CrO_3 et formation de nitrate de chrome, peut-être est-ce grâce à la présence de cette trace de nitrate de chrome que la dissolution d'anhydride chromique dans l'acide nitrique se maintient à l'état sursaturé ; ce qui dans tous les cas est certain, c'est que le fait indiqué s'est toujours produit au moins pendant un ou deux jours.

Le liquide que nous venons d'indiquer agit sur plusieurs métaux, comme le Zn, Cu, Sn, Pb, Cd et Bi.

L'hydrogène qui se dégage dans la réaction est complètement oxydé par l'oxygène de l'anhydride chromique, il ne se dégage aucun oxyde d'azote et une partie de l'anhydride chromique se trouve réduite à l'état d'oxyde de chrome. L'application de ce liquide à l'étude des alliages dans lesquels il entre de l'aluminium n'est pas possible, car il agit peu sur l'aluminium pur ainsi

que sur les alliages contenant de grandes quantités de ce métal.

C'est pourquoi nous nous sommes servis dans la première partie de nos recherches d'acide chlorhydrique qui agit également sur le zinc et l'aluminium ainsi que sur leurs alliages. Nous avons eu recours dans la seconde partie de notre travail, c'est-à-dire dans l'étude des alliages entre l'aluminium et le cuivre, à l'action du brome dissout dans une solution de bromure de potassium. Cette réaction avait été indiquée à l'un de nous, il y a quelques années par Berthelot et a donné des résultats satisfaisants pour quelques-uns des alliages ne contenant pas plus de 50 $^{0}/_{0}$ d'aluminium, mais n'a pas pu être appliqué à l'étude des alliages en contenant plus, ainsi qu'à la détermination directe de la chaleur de formation du bromure d'aluminium. Nous exposerons dans notre deuxième mémoire la cause à laquelle nous croyons attribuer cet insuccès partiel.

Néanmoins pour les alliages de *Cu* et *Al* dont la formule ne dépassait pas $Cu\,Al^2$ l'emploi du brome dissout dans du bromure de potassium a donné de bons résultats.

Nous commençons ce mémoire par la description des expériences dans lesquelles nous avons fait réagir l'acide chlorhydrique sur des alliages d'aluminium et de zinc ainsi que sur ces métaux pris isolément.

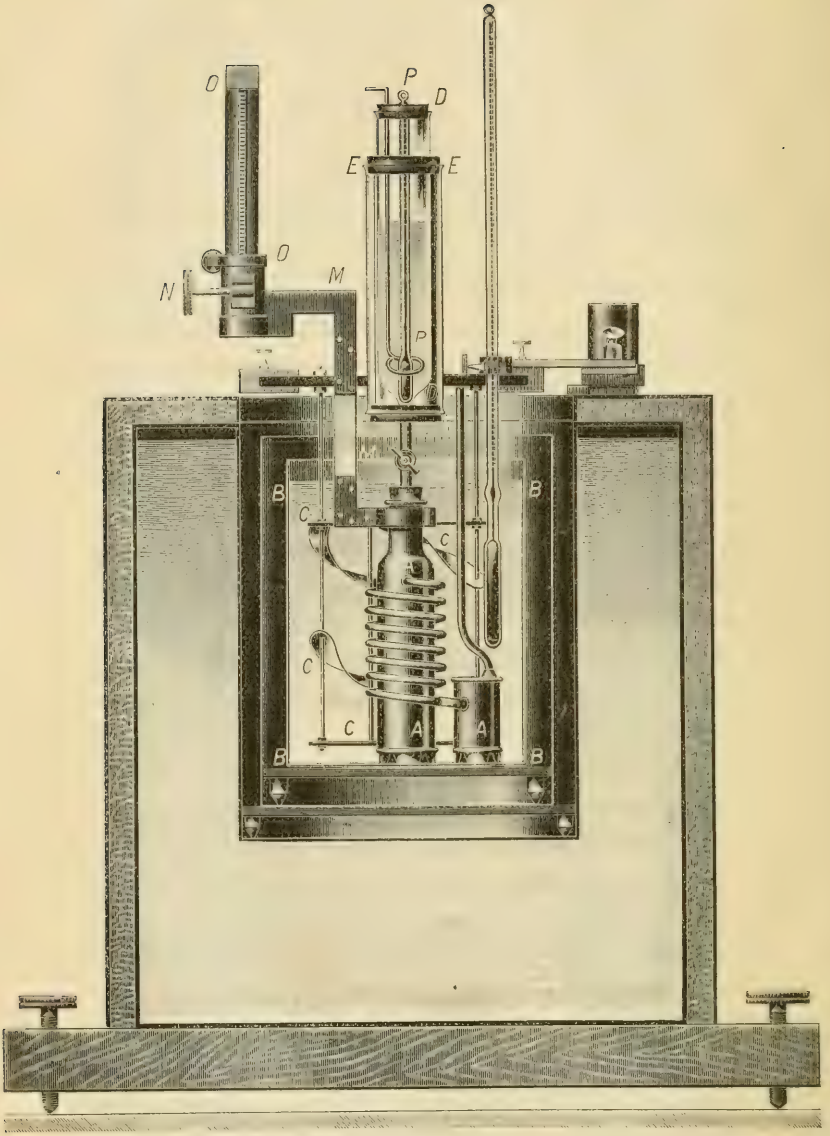
Nous nous sommes servis dans ces recherches du petit appareil en platine avec serpentin décrit par Berthelot dans son « Essai de mécanique chimique fondé sur la thermochimie » (1er vol., p. 147), nous n'y avons fait que de petites modifications ; ainsi le serpentin a été allongé et toutes les pièces réunies d'une ma-

nière rigide par une soudure à l'or. Cet appareil était placé dans un calorimètre et entouré des enceintes préservatrices de Berthelot.

La figure ci-après fera comprendre la disposition dont nous nous sommes servis.

L'appareil de platine *A* était placé au milieu d'un calorimètre *B* contenant de l'eau qui était brassée à l'aide d'un agitateur hélicoïdal *C*. L'appareil était maintenu en place à l'aide d'un anneau doublé de liège qui était fixé à son col et réuni au crochet métallique *M* interrompu à deux endroits par des plaques d'ébonite, de manière à éviter toute transmission de chaleur à l'extérieur. Ce crochet pouvait être remonté ou abaissé à l'aide d'une tête de vis *N*, portant une petite roue dentée engrenant dans une crémaillère fixe le long de la colonne *OO*. Le col de l'appareil de platine était fermé par un bouchon en caoutchouc traversé par un tube de verre terminant un cylindre *DD* ; ce tube portait un robinet qu'on pouvait manier de l'extérieur à l'aide de tiges métalliques, non indiquées sur le dessin. Le tube de verre *DD* se trouvait ainsi placé dans l'axe du vase de platine au-dessus de celui-ci et en dehors du calorimètre.

Il contenait l'acide chlorhydrique destiné à agir sur les métaux ou alliages qui se trouvaient placés au fond de l'appareil de platine *A*. Un petit agitateur annulaire en verre servait à brasser l'acide dont la température était indiquée par le thermomètre *p* portant 20° : chaque degré de ce thermomètre était divisé en cinq parties ; on en faisait les lectures à la lunette avec une précision d'un 50me de degré. Extérieurement le cylindre *DD* était garanti par le cylindre en verre *E* fixé à


O
P
D
E
E
O
N
M
P
B
B
C
C
C
C
A
A
B
B

l'aide de deux bouchons en caoutchouc. La température de l'eau du calorimètre était mesurée par un thermomètre de Baudin dont les degrés étaient divisés en 50mes. La manière d'opérer à l'aide de l'appareil ainsi décrit était la suivante : la substance à étudier (métal pur ou alliage) était réduite, à l'aide d'une lime, en poudre plus ou moins fine suivant le caractère de la substance ; des tamis métalliques permettaient de séparer la portion de la substance réduite à l'état de poussière ; cette portion était rejetée ; on n'employait pour les expériences que de la limaille ayant des dimensions de quelques dixièmes de millimetres. On employait une limaille d'autant plus fine que l'alliage contenait plus de zinc sur lequel l'acide chlorhydrique agit moins vivement que sur l'aluminium pur. On transformait ainsi en limaille tout un petit lingot d'alliage ou de métal, on le débarrassait soigneusement des parcelles de fer pouvant provenir de la lime, en se servant pour cela d'un aimant. L'analyse de l'échantillon pris pour les expériences n'indiquait généralement que des traces de fer. Quelques décigrammes pris sur la substance ainsi préparée et analysée étaient soigneusement pesés et introduits dans le petit appareil de platine *A*. On fixait dans le bouchon fermant le goulot de cet appareil, le cylindre en verre *D* entouré du tube préservateur *E* : on y versait 50 cc. d'acide chlorhydrique soigneusement mesuré, on introduisait dans le cylindre *D* le petit agitateur en verre et le thermomètre *p* ; l'agitateur *C* du calorimètre était mis en mouvement et on commençait les lectures du thermomètre qui y était plongé.

Au commencement de la période initiale on brassait l'acide chlorhydrique à l'aide du petit agitateur en

verre et on faisait à la lunette plusieurs lectures du thermomètre *p*. La même opération était répétée à la fin de la période initiale et en ouvrant lentement le robinet on laissait s'écouler l'acide dans le petit vase de platine A, où il réagissait sur le métal et le transformait en chlorures ; le robinet était ouvert plus ou moins rapidement suivant l'intensité de la réaction. Le thermomètre plongé dans l'eau du calorimètre montait d'abord assez rapidement puis sa marche se ralentissait, après quoi il commençait à baisser et à partir du moment où les abaissements de température devenaient égaux, pour les mêmes intervalles de temps, on commençait les lectures de la période finale ; en un mot on opérait d'après la manière généralement adoptée. Le calcul de la chaleur dégagée se faisait de la manière ordinaire en tenant compte de la perte de chaleur par le refroidissement, que l'on calculait à l'aide de la formule Regnault-Pfaundler.

La quantité de chaleur dégagée dans l'expérience divisée par le poids de métal employé donnait la quantité de chaleur correspondant à la transformation en chlorures d'un gramme de substance. Dans les calculs on réduisait les pesées au vide et on tenait compte de la chaleur spécifique de l'acide chlorhydrique employé dont on déterminait la valeur en eau.

Cette chaleur spécifique avait été déterminée par Thomsen (*Thermochemische Studien*, vol. I).

L'une des grandes difficultés que nous avons eue à vaincre dans ces recherches, et que nous n'avons pas réussi à vaincre complètement, consistait dans la préparation des lingots d'alliages ; ces alliages devaient avoir et avaient généralement (du moins approximati-

vement) une composition définie ; pour y arriver nous mettions dans un creuset en terre réfractaire les deux métaux pris en quantités correspondantes à la composition qu'on désirait obtenir, en prenant toujours un excès de zinc dont une plus grande quantité était perdue par volatilisation comparativement à celle de l'aluminium relativement peu oxidable et pas volatil.

On commençait par faire fondre dans le creuset l'aluminium, c'est-à-dire le métal le moins fusible et le plus stable. L'aluminium fondu, on y ajoutait le zinc. Les métaux étaient pris en morceaux de la grandeur d'une petite noisette ; durant la chauffe le creuset était recouvert d'un couvercle en terre réfractaire avec tube de même substance qui communiquait avec un appareil dégageant de l'anhydride carbonique. Ce gaz était desséché avant de pénétrer dans le creuset d'où il déplaçait l'air. Le creuset ainsi établi était chauffé dans un four Perrot.

Vers la fin de la fusion on ouvrait un instant le couvercle et on brassait la masse fondue au moyen d'un tube de terre réfractaire ou d'une baguette en charbon de cornue. Le métal liquide était versé dans des boîtes en tôle très fine : ces boîtes avaient la forme d'un parallélipipède deux fois plus long que large ; avant que d'y verser le métal nous les chauffions pendant quelques minutes dans un coin du même four Perrot qui avait servi à la fusion ; le métal fondu, ayant rempli la petite boîte en fer on refermait le four et on laissait lentement refroidir l'alliage obtenu. Au refroidissement ce dernier tombait de lui-même hors de la boîte en tôle qui lui avait servi de forme. Dans un cas seulement, celui de l'alliage correspondant à la formule Al_2Zn,

nous avons observé le phénomène suivant : pour préparer l'alliage on avait pris 62.5 gr. Al et 38 gr. de zinc. L'alliage correspondant à la formule Al^4Zn avait été soigneusement brassé au moyen d'un crayon de charbon de cornue et lentement refroidi dans le creuset même, qu'on avait laissé sur place dans le four Perrot ; cet alliage est resté longtemps incandescent après que le creuset fut déjà refroidi. Un autre échantillon de ce même alliage fût versé dans une petite boite de tôle pour être lentement refroidi dans le four ; durant cette opération il s'est instantanément échauffé jusqu'à l'incandescence et presque toute la boîte en tôle a été brûlée. Cette particularité n'a été observée par nous que pour ce seul alliage.

Dans ce cas il s'est formé un alliage contenant jusqu'à 6 % de fer.

Tous les autres alliages que nous avons préparés de la même manière et versés dans des boîtes en tôle, identiques à celles employées pour l'alliage Al^4Zn, ne contenaient pas, ou ne contenaient que des traces de fer. Cette particularité observée pour l'alliage Al^4Zn nous a forcé de le faire refroidir ou dans le creuset même ou dans du sable sec et chaud.

Nous avons préparé et étudié les alliages suivants qui tous ont été analysés :

3. Al^5Zn.
4. Al^4Zn.
5. Al^3Zn.
6. Al^2Zn.
7. $AlZn$.
8. Al^2Zn_3.
9. $AlZn_2$.
10. $AlZn_3$.

Nous n'étions malheureusement pas outillés pour déterminer les points de fusion des substances dont nous faisions l'étude au point de vue thermochimique. Du reste le travail de Heycock et Neville qui ont étudié les alliages de *Al* et *Zn*, au point de vue de leur température de fusion, comble cette lacune.

Nous avons commencé nos recherches par la détermination du degré de concentration à donner à l'acide chlorhydrique dont nous devions nous servir. Il s'agissait d'avoir un acide agissant vivement sur le zinc et l'aluminium ainsi que leurs alliages de manière à ce que la durée de l'expérience ne fût pas trop longue, ce qui rendait la précision de la détermination douteuse. Il fallait de plus faire agir un assez grand excès d'acide, car autrement l'expérience traînait également en longueur, la concentration de l'acide étant affaiblie par l'action sur les métaux ; il fallait pour éviter cet inconvénient, en prendre un grand excès. Après beaucoup de tâtonnements nous nous sommes arrêtés à un acide ayant la composition de $HCl + 10H^2O$ et nous en avons toujours employé 50 cc. pour quelques décigrammes de métal ou d'alliage. Les expériences étaient d'autant plus longues que l'alliage contenait plus de zinc. Notre acide agissant plus lentement sur le zinc que sur l'aluminium.

Suivant l'exemple de Thomsen nous avons ajouté aux 50 cc. de l'acide $HCl + 10H^2O$ un ou deux cc. d'une solution de chlorure de platine contenant 0.1 % de chlorure, cette adjonction avait pour but d'activer l'action de l'acide.

Nos premières expériences nous ont servi de contrôle pour notre manière d'opérer.

Nous avons étudié l'action de notre acide ($HCl + 10 H^2O$) sur l'aluminium et le zinc pris isolément (détermination qui avait déjà été faite par Thomsen). Les métaux que nous avons employés provenaient de la fabrique de Kahlbaum à Berlin ; l'aluminium contenait à p.p. 0.5 % d'impureté (*Si*, *C*, *Fe*), le zinc était absolument pur et obtenu par distillation.

I. — *Action de l'acide sur Al.*

Il a été dégagé par gr. de métal :

1. 4586.8	Moyenne = 4612.9 cal.
2. 4605.6	
3. 4623.9	
4. 4635.6	

L'expérience extrême en diffère de 0.56 %.

Thomsen a trouvé pour un acide de même concentration 4559 cal. Les deux nombres, c'est-à-dire le résultat de nos expériences et de celles de Thomsen diffèrent entre elles de 1.18 %, ce qui peut facilement provenir du différent degré de pureté de l'aluminium employé. Les recherches de Thomsen datant d'une époque à laquelle il était difficile d'avoir de l'aluminium ne contenant que 0.5 % d'impureté.

II. — *Action de l'acide $HCl + 10 H^2O$ sur le zinc métallique.*

Les expériences ont été beaucoup plus prolongées que celles de la série précédente ; c'est certainement à

cette cause qu'il faut attribuer la précision un peu moindre des résultats de ces recherches.

1. 478.0	Moyenne = 480.0 cal.
2. 481.1	
3. 480.1	
4. 483.25	
5. 478.5	
6. 480.0	

L'expérience extrême en diffère d'à p. p. 0.68 %.

Thomsen a trouvé pour la même réaction, mais en employant un acide de la composition $HCl+50H^2O$, la valeur de 529 cal. par gramme de zinc. En ajoutant au nombre que nous avons obtenu la chaleur qui est dégagée dans la dilution de notre acide pour le ramener à la concentration de celui dont s'est servi Thomsen, on obtiendrait certainement une concordance beaucoup plus satisfaisante entre nos nombres et les siens. Il faut observer, du reste, que l'effet thermique provenant de l'action de l'acide sur le zinc est relativement moins importante dans les calculs qui vont suivre, que celle de l'aluminium, du moins pour la plupart des alliages que nous avons étudiés. Nous nous sommes servis dans les calculs que nous donnons plus loin, des quantités de chaleurs trouvées par nous dans l'action de l'acide $HCl+10H^2O$ sur l'aluminium et le zinc.

III. — *Action de l'acide $HCl + 10H^2O$ sur un alliage d'une composition relativement assez éloignée de la formule Al^5Zn.*

Cet alliage a été préparé d'après la méthode indiquée plus haut.

L'analyse a donné Al = 64.20 %.
Zn = 35.80 %.

La théorie exige pour la formule Al^5Zn Al = 67.45 %.
Zn = 32.55 %.

Notre alliage contenait p. c. un excès de zinc et ne se rapprochait que de loin de l'alliage correspondant à la formule Al^5Zn. Néanmoins il présentait certaines particularités au point de vue thermochimique qui nous ont amenés à publier les résultats que nous avons obtenus.

Chaleur dégagée dans l'action de notre acide sur cet alliage calculé pour 1 gr. de substance.

1. 3258 2. 3269 3. 3279 4. 3255	Moyenne = *3265* cal.

L'expérience extrême en diffère de 0.33 %.
D'après l'exposition donnée précédemment $\varphi_1 = 3265.0$.

Un gr. de cet alliage contient d'après l'analyse 0.642 de *Al* ; dans l'action de notre acide sur cette quantité d'aluminium il se dégage :

$$0.642 \times 4612.9 = 2961.5 \text{ cal.}$$

Les 0.358 de zinc contenus dans 1 gr. de notre alliage dégagent par l'action du même acide $0.358 \times 480 = 171.8$ cal. et ensemble 3133.3 cal. ; c'est là le nombre correspondant à l'action de l'acide sur les deux métaux entrant dans la composition de l'alliage, mais pris séparément ; c'est la valeur que nous avons nommée φ. Nous avons pour l'effet thermique correspondant à la formation de cet alliage $X = \varphi - \varphi_1 = 3133.3 - 3265.0 = -$ **131.7** cal. Cet alliage a p.c. été formé avec absorbtion de 131.7 calories, c'est-à-dire d'à p. p. 4 % de la chaleur dégagée. En prenant comme base du même calcul le nombre donné par Thomsen pour la chaleur de dissolution de l'aluminium dans $HCl + 10H^2O$, c'est-à-dire 4559 cal., et

en conservant le nombre trouvé par nous pour celle du zinc (différant peu de celui trouvé par Thomsen), les nombres que nous venons de citer seront modifiés de la manière suivante :

$$0.642 \times 4559 = 2926.9$$
$$0.358 \times 4785 = 171.8$$
$$\text{Somme} = 3098.7 = \varphi.$$

En partant de ce nombre on trouve que la formation de cet alliage a été accompagnée de l'absorption de $(3098.7 - 3265.0) = -\mathbf{166.3}$ cal.

Ce nombre diffère un peu de celui que nous donnons, mais indique également que l'alliage a été formé avec absorption de chaleur, par une réaction endothermique, ce qui vu le mode de préparation de l'alliage n'a rien qui doive nous surprendre.

IV. — *Action de $HCl + 10H^2O$ sur un alliage correspondant à la formule Al^4Zn.*

Cet alliage a été étudié sur un échantillon préparé comme il a été dit plus haut, mais refroidi d'une manière un peu différente de celle des autres alliages que nous avons étudiés dans cette série. Il a été refroidi d'abord dans le creuset au milieu du four Perrot éteint mais encore chaud, puis répandu avant solidification dans du sable chaud dans lequel il s'est lentement refroidi sans que l'incandescence se produisît.

M. Wyrouboff a eu l'obligeance de déterminer la composition de cet alliage au moyen de deux analyses concordant à 0.1 % près.

Il a trouvé $\left\{ \begin{array}{l} Al = 62.13\ \%. \\ Zn = 37.77\ \%. \end{array} \right.$

Théorie pour Al^4Zn $\left\{ \begin{array}{l} Al = 62.37\ \%. \\ Zn = 37.63\ \%. \end{array} \right.$

Cet alliage avait p. c. une composition très voisine de la théorie. La chaleur dégagée dans l'action de $HCl+10H^2O$ sur cet alliage a donné pour 1 gr. de substance :

1. 3050.40 col 2. 3056.40 3. 4049.99	Moyenne = 3052.3 cal. = φ_1.

La moyenne se confondant presque avec les données des expériences.

Un gr. de cet alliage contient 0.6213 de Al
et 0.3777 de Zn

qui se dissolvent dans l'acide chlorhydrique en dégageant :

Pr l'aluminium	0.6213 × 4612.9	= 2866.0 cal.
Pr le zinc	0.3777 × 480.0	= 181.3
	Somme	= 3047.3

C'est la chaleur dégagée par l'action de l'acide sur les métaux isolés, c'est-à-dire φ. Suivant l'équation $X = \varphi - \varphi_1 = 3047,3 - 3052.3$ cal. $= -5.0$ cal., valeur tellement insignifiante que nous pouvons affirmer qu'il n'y a pas de dégagement de chaleur dans la formation de l'alliage. Il y a simple mélange des deux métaux.

V. — *Action de $HCl+10H^2O$ sur un alliage correspondant à p. p. à la formule Al^3Zn.*

Même mode de préparation que pour l'alliage Al^5Zn.

L'analyse a donné Al = 56.37 % Zn = 43.63 %	Théorie 55.42 %. Zn 44.58 %.

chaleur dégagée dans l'action de l'acide chlorhydrique sur 1 gr. de cet alliage.

1. 2775.0 cal. 2. 2795 3. 2801 4. 2790	Moyenne = 2795 = φ_1.

L'expérience extrême en diffère de 0.7 %.

Un gr. de cet alliage contenait d'après l'analyse :

Al = 0.5637 correspondant à un dégagagement de chaleur de $0.5637 \times 4612.9 = 2600.3$ cal.
Zn = 0.4363 Id. $0.4363 \times 478.5 = 208.7$ cal.
Somme = 2809.0 cal.

Nous avons par conséquent $2809.0 = \varphi$. D'après l'équation $X = \varphi - \varphi_1 = 2809.0 - 2795 = + 14.0$ cal. ; la faible différence entre φ et $\varphi_1 = + 14$ cal., indique que la formation de cet alliage n'est accompagnée d'aucun effet thermique appréciable et que p. c. dans ce cas également nous n'avons à faire qu'à un simple mélange des deux métaux.

VI. — *Action de l'acide $HCl + 10H^2O$ sur un alliage de composition relativement assez éloignée de la formule Al^2Zn.*

L'analyse a donné Al = 41.73 %.
Zn = 58.27 %.
Théorie pour la formule Al^2Zn.
Al = 45.32 %.
Zn = 54.68 %.

La composition de cet alliage diffère assez notablement de la valeur théorique, néanmoins s'il y avait eu formation d'un composé défini, l'étude thermique de

cet alliage en aurait indiqué la présence, c'est pourquoi nous publions les résultats obtenus,

Chaleur dégagée dans l'action de l'acide sur 1 gr. de cet alliage :

$$\left.\begin{array}{l}1.\ 2186\\2.\ 2187\\3.\ 2183\end{array}\right\}\ \text{Moyenne} = 2185\ \text{cal.} = \varphi_1.$$

La quantité de chaleur correspondant à la transformation en chlorures dissouts des métaux entrant dans la composition de cet alliage est :

$$\begin{array}{rl}\text{P}^{\text{r}}\ \text{Al} - 0.4173 \times 4612.9 = & 1928.7\ \text{cal.}\\ \text{P}^{\text{r}}\ \text{Zn} - 0.5827 \times\ \ 480.0 = & \ \ 279.7\ \text{cal.}\\ \hline \text{Somme} = & 2208.4\ \text{cal.} = \varphi.\end{array}$$

D'après l'équation $X = \varphi - \varphi_1 = 2208.4 - 2185.0 = + 23.4$ cal. dégagées dans la formation de cet alliage.

Cette quantité de chaleur n'est pas assez importante pour qu'on puisse en conclure avec certitude à l'existence d'un composé défini voisin de la formule Al^2Zn.

VII. — *Action de l'acide $HCl + 10H^2O$ sur un alliage de composition correspondant à la formule Al Zn.*

L'analyse a donné	Al	= 29.28 %.
	Zn	= 70.72 %.
La théorie exige	Al	= 29.64 %.
	Zn	= 70.36 %.

Chaleur dégagée dans l'action de l'acide sur 1 gr. de cet alliage :

$$\left.\begin{array}{l}1.\ 1677\\2.\ 1683\\3.\ 1683\end{array}\right\}\ \text{Moyenne} = 1681 = \varphi_1.$$

L'expérience extrême en diffère de 0,2 %.

La quantité de chaleur correspondante à la transformation en chlorures dissouts de l'aluminium et du zinc entrant dans la composition de 1 gr. de cet alliage est :

$$P^r\ Al = 0.2928 \times 4612.9 = 1350.6 \text{ cal.}$$
$$P^r\ Zn = 0.7072 \times 480.0 = 339.5 \text{ cal.}$$
$$\text{Somme} = 1690.1 \text{ cal.} = \varphi.$$

Nous avons d'après l'équation $X = \varphi - \varphi_1 = 1690.1 - 1681 = + 9.1$ cal.

Dans ce cas également nous ne trouvons pas de valeur appréciable pour X l'effet thermique correspondant à la formation d'un alliage en proportion définie : nous n'avons affaire comme précédemment qu'à un simple mélange des métaux.

VIII. — *Action de l'acide $HCl + 10H^2O$ sur un alliage d'une composition voisine de la formule Al^2Zn^3.*

Analyse.

	Trouvé	Théorie
Al =	20.96 %	21.64 %.
Zn =	79.04 %	78.36 %.

Chaleur dégagée dans l'action de l'acide pour 1 gr. de cet alliage :

1. 1339
2. 1352
3. 1341
4. 1336

Moyenne = *1342* cal. = φ_1.

L'expérience extrême en diffère de 0.74 %.

Quantité de chaleur correspondant à la transformation en chlorures dissouts de l'aluminium et du zinc

entrant dans la composition de 1 gr. de cet alliage d'après l'analyse.

$$\begin{aligned} P^r\ Al &— 0.2096 \times 4612.9 = 964.9 \text{ cal.} \\ P^r\ Zn &— 0.7904 \times 480.0 = 379.4 \text{ cal.} \\ &\qquad \text{Somme} = 1344.3 \text{ cal.} = \varphi. \end{aligned}$$

D'après l'équation $X = \varphi - \varphi_1 = 1344.3 - 1342.0 = + 2.3$ cal. Il n'y a p. c, ni absorption, ni dégagement de chaleur, donc pas de formation d'alliage à composition définie, mais simple mélange.

IX. — *Action de l'acide $HCl + 10H^2O$ sur un alliage dont la composition est voisine de la formule $AlZn^2$.*

Analyse.

	Trouvé	Théorie
Al	= 16.75 %	17.16 %.
Zn	= 83,25 %	82.84 %.

Pas trace de fer.

Chaleur dégagée dans l'action de l'acide sur 1 gr. de cet alliage :

1. 1178
2. 1174
3. 1171
4. 1179

Moyenne = 1176 cal. = φ_1.

L'expérience extrême en diffère de 0.42 %.

Quantité de chaleur correspondant à la transformation en chlorures dissouts de l'aluminium et du zinc entrant dans la composition de cet alliage pour 1 gr. de substance d'après l'analyse.

$$\begin{aligned} P^r\ Al &— 0.1675 \times 4612.9 = 772.7 \text{ cal.} \\ P^r\ Zn &— 0.8325 \times 480.0 = 399.6 \text{ cal.} \\ &\qquad \text{Somme} = 1172.3 \text{ cal.} = \varphi. \end{aligned}$$

D'après l'équation $X = \varphi - \varphi_1 = 1172.3 - 1176$ cal. $= -4.0$ cal. absorbées dans la formation de cet alliage, quantité insignifiante. On peut affirmer par conséquent que cet alliage est formé sans absorption ni dégagement de chaleur appréciable. Nous avons également à faire dans ce cas à un simple mélange des métaux.

X. — *Action de l'acide $HCl + 10H^2O$ sur un alliage correspondant à la formule $AlZn^3$.*

Analyse.

	Trouvé	Théorie
Al =	12.32	12.14 %.
Zn =	87.60	87.86 %.

Il a été dégagé dans l'action de l'acide $HCl + 10H^2O$ sur 1 gr. de cet alliage :

1. 975
2. 973
3. 972
4. 975

Moyenne = 974.0 cal. = φ_1.

L'expérience extrême en diffère de 0.2 %.

La quantité de chaleur correspondant à la transformation en chlorures dissout de l'aluminium et du zinc entrant dans la composition de cet alliage pour 1 gr. de substance d'après l'analyse est :

Pr l'aluminium $= 0.1232 \times 4612.9 = 668.3$
Pr le zinc $= 0.8768 \times 480.0 = 520.9$

Somme = 989.2 cal. = φ.

D'après l'équation $X = \varphi - \varphi_1 = 989.2 - 974.0 = +15.2$ col. correspondant à 1.4 % de la quantité de chaleur dégagée, valeur trop faible pour qu'on

puisse en tirer une conclusion nette sur la formation dans ce cas d'un alliage défini.

En récapitulant les résultats auxquels nous sommes arrivés, nous trouvons pour les valeurs de X, c'est-à-dire des effets thermiques correspondant à la formation des divers alliages que nous avons étudiés.

3. Al^5Zn = — 131.7 cal. c'est-à-dire à p. p. 4 % de la chaleur totale. Ces 131.7 cal. auraient été absorbées lors de la formation de cet alliage qui aurait été p. c. endothermique.
4. Al^4Zn — 5.0 cal. absorbées.
5. Al^3Zn — 1.4 cal. dégagées.
6. Al^2Zn — 23.4 cal. dégagées.
7. $Al\ Zn$ — 9.1 cal. dégagées.
8. Al^2Zn_3 — 2.3 cal. dégagées.
9. $Al\ Zn_2$ — 4.0 cal. absorbées.
10. $Al\ Zn_3$ — 15.2 cal. dégagées.

Toutes ces valeurs, qui correspondent aux chaleurs dégagées ou absorbées dans la formation de ces alliages, sont trop faibles pour permettre d'en tirer des conclusions précises. Néanmoins le n° 3 semblerait faire exception, ce serait celui qui correspond à la formule Al^5Zn; les 131.7 cal. qui seraient absorbées par la formation de cet alliage représentent, comme nous l'avons déjà remarqué, 4 % de la chaleur dégagée dans cette réaction, ce qui dépasse de beaucoup la valeur des erreurs possibles. Les alliages se rapprochant des formules Al^2Zn et $AlZn_3$ semblent être formées avec un léger dégagement de chaleur, trop faible néanmoins pour pouvoir en tirer une conclusion certaine sur l'existence d'alliages définis correspondant à ces formules.

Il semblerait donc d'après ces recherches qu'il n'existe pas d'alliage en proportion définie entre le zinc et l'alu-

minium, du moins dans la limite de nos expériences. Les expériences de Heicock et Neville[1] sur les points de fusion de divers alliages entre Al et Zn ont amené ces auteurs à la même conclusion que nous.

Malgré les conclusions négatives auxquelles nous ont amenés nos recherches, nous croyons néanmoins utile de les communiquer surtout comme illustration de la méthode qui nous a servi et qui peut avoir d'autres applications plus fructueuses.

[1] *J. ch. S.* 7, 71. 1897, page 383.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

MESURE DES CONSTANTES CRITIQUES

PAR

Ph.-A. GUYE et Ed. MALLET

INTRODUCTION

La connaissance des constantes critiques joue un rôle capital dans la théorie générale des fluides. Les paramètres de l'équation des fluides, sous les diverses formes qui ont été proposées (Van der Waals, Clausius Sarrau, etc.), en dépendent.

Néanmoins, malgré des travaux remarquables effectués ces dernières années, les données expérimentales sont encore peu nombreuses.

Les recherches qui font l'objet de ce mémoire ont donc été entreprises avec l'idée de déterminer quelques nouvelles valeurs de constantes critiques. Ces recherches ont porté exclusivement sur des liquides organiques, que nous avons choisis à dessein parmi des groupes chimiquement différents de ceux déjà étudiés par MM. Ramsay, Young, Vincent et Chappuis, Battelli, Altschul. Nous nous sommes, en particulier, évertués à obtenir quelques résultats aussi précis que possible,

sur des corps à température critique élevée, ainsi que sur des liquides présentant d'une façon évidente, les phénomènes de la polymérisation moléculaire.

Ce travail a été commencé en 1898 ; les préparatifs concernant les mesures de pressions critiques avec lesquelles nous devions nous familiariser, ont été assez longs ; toutes les observations ont été faites entre les mois d'octobre 1898 et juillet 1899.

Au début de nos recherches, nous avons cru bien faire de revoir avec soin les travaux de nos devanciers et nous avons constaté des interprétations diamétralement opposées chez plusieurs d'entre eux, en ce qui concerne la manière d'envisager les phénomènes caractéristiques de l'état critique. Il nous a donc semblé nécessaire de résumer le point de vue auquel nous sommes arrivés, soit par l'étude de ces travaux, soit à la suite des observations que nous avons pu faire nous-mêmes. Nos idées sur cette matière sont exposées dans le premier chapitre de ce mémoire. Le second chapitre est consacré à la description des méthodes de mesures que nous avons adoptées. Dans le troisième, nous avons transcrit nos déterminations avec les observations auxquelles elles donnent lieu. Le quatrième chapitre, enfin, contient les tableaux numériques et la discussion des résultats.

Nous croyons utile d'ajouter que, pour la bibliographie, nous avons souvent adopté les abréviations employées dans le dictionnaire de Beilstein. (Handbuch der organischen Chemie von Dr F. Beilstein). Nous les rappelons ici, pour plus de commodité :

A. = Liebigs Annalen der Chemie.
A. ch. = Annales de chimie et de physique.

B. = Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft.
Bl. = Bulletin de la Société chimique de Paris.
C. r. = Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.
Gt. = Gazzetta chimica Italiana.
Ph. Ch. = Zeitschrift für physikalische Chemie.
R. = Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas.
Soc. = Journal of the chemical Society.

CHAPITRE I

L'ÉTAT CRITIQUE.

En 1822, Cagniard de la Tour [1] fit l'observation que certains liquides tels que l'éther, l'alcool et l'eau, chauffés dans des tubes de verre hermétiquement fermés, paraissent se réduire à l'état de vapeur dans un espace de deux à quatre fois plus grand que le volume primitif du liquide [2].

Ensuite, Andrews [3] a émis l'idée qu'au-dessus d'une certaine température, un corps chimiquement homogène ne pouvait plus exister que sous un seul état physique. Au dessus de cette température, qu'Andrews a nommée *température critique*, et qui, variable d'un composé à l'autre, est constante pour un même corps, une augmentation de pression, quelle qu'elle soit, ne peut plus provoquer la liquéfaction de la substance. La *pression critique* est alors la tension de vapeur corres-

[1] Cagniard de la Tour. *A. ch.* [2] *21*, p. 127 et 178; *22*, p. 140.

[2] Ce rapport (2 à 4) est voisin du rapport 3 admis aujourd'hui, d'après M. Mathias, entre la densité critique et la densité du liquide à basse température.

[3] Andrews. *A. ch.* [4], *21*, p. 208. *Trans. 159.* 1869.

pondant à la température critique. Un composé est au *point critique* quand il est soumis à la fois à la température et à la pression critiques. La densité de vapeur saturante devient alors égale à la densité du liquide en contact avec cette vapeur, en d'autres termes, il n'y a plus ni vapeur, ni liquide, mais un fluide homogène. Sauf cette dernière affirmation, il s'agit de faits d'expérience. Ils n'ont pas été, néanmoins, admis sans conteste.

Nous ne nous arrêterons pas aux critiques de Wroblewski[1], ni à celles de Jamin[2] d'après lesquelles un liquide peut subsister comme tel au-dessus de la température critique. C'est, en somme, par des extrapolations plus ou moins hasardées, et en se basant sur la prolongation fictive de courbes expérimentales que ces auteurs ont soutenu cette manière de voir. MM. Cailletet et Colardeau[3] ont tenté de démontrer que la densité du liquide diffère de celle de la vapeur, au point critique et même au-dessus. C'est modifier complètement la définition d'Andrews. La température critique, n'est plus alors qu'une limite, à partir de laquelle la vapeur et le liquide se dissolvent et se mélangent mutuellement au moins à la surface du contact. MM. Cailletet et Colardeau enfermaient dans un tube de Natterer de l'acide carbonique liquide renfermant un peu d'iode en dissolution. L'iode n'est pas soluble dans l'acide carbonique gazeux et pourtant, au-dessus du point critique, la partie inférieure du tube présentait encore la coloration caractéristique de la dissolution d'iode. Les auteurs de

[1] Wroblewski. *Wied. Ann. 29*, p. 428.
[2] Jamin. *C. r.*, *96*, p. 1448, *97*. p. 10.
[3] Cailletet et Colardeau. *Journ. de phys.* [2]. *8*, p. 388.

cette expérience n'ont pas hésité à conclure à la persistance du liquide au-dessus du point critique.

Les belles expériences de M. Villard[1] expliquent d'une façon absolument nette ce phénomène. Cet auteur a démontré que, lors de la disparition du ménisque, la température n'est jamais uniforme dans le tube renfermant la substance étudiée. La partie supérieure est plus chaude et la vapeur qui s'y trouve n'est pas saturée, tandis qu'il subsiste du liquide dans la partie inférieure plus froide. Le *point critique*, n'est réellement atteint, au moins au début du phénomène, qu'à l'endroit où se produit la disparition du ménisque. Ces différences de température proviennent essentiellement des trois facteurs suivants :

1° A volume égal, la masse du liquide, au-dessous de la température critique est inférieure à celle de la vapeur.

2° La vaporisation du liquide est pour celui-ci une cause de refroidissement.

3° Au point critique, la chaleur spécifique du liquide devient infinie.

MM. Cailletet et Colardeau ont, en outre, observé qu'à une température notablement supérieure à la température critique, tout le contenu du tube rempli d'acide carbonique était coloré par l'iode. Or, à la température et à la pression considérées, les propriétés physiques du fluide sont suffisamment voisines de celle d'un liquide pour que l'on admette, comme l'a fait M. Stoletow[2], que le gaz puisse dissoudre un solide. Cette hypothèse est, du reste, confirmée par d'autres

[1] Villard. *Soc. Phys.* 1896, p. 73.
[2] Stoletow. *Physik. Revue*, II, p. 44.

expériences de M. Villard[1]. Il n'est donc nullement nécessaire de recourir à la notion compliquée de la persistance de molécules liquides au sein de molécules gazeuses ; d'autant plus que, par un ensemble de travaux récents[2], il a été démontré que les molécules liquides et gazeuses d'un même corps, ont le plus souvent le même poids moléculaire. M. Battelli[3] a tenté, par une série d'expériences, de réfuter l'opinion de MM. Cailletet et Colardeau. Mais, s'il en combat la forme, il arrive, quant au fond, à une hypothèse identique. Son point de vue, il est vrai, est plus général. Les molécules des corps à l'état de vapeur, à mesure que ces vapeurs se rapprochent de l'état de saturation, tendent à former des groupes moléculaires complexes : à l'état liquide les groupes sont formés d'un nombre de molécules encore plus considérable. On voit par là l'analogie qui existe entre le point de vue de M. Battelli et celui de MM. Cailletet et Colardeau. Nous ne pouvons cependant l'admettre, car ces auteurs, à notre sens, n'ont pas suffisamment tenu compte des différences de température qui peuvent se produire à l'intérieur du tube laboratoire[4]. Ils étaient aussi guidés par l'idée préconçue, souvent formulée, mais jamais démontrée, que le poids moléculaire d'un corps est différent suivant que celui-ci est à l'état liquide ou à l'état de vapeur.

M. Battelli[5] a aussi observé une différence de température entre la disparition du ménisque du liquide et

[1] Villard, *Loc. cit.*, p. 234.

[2] Ramsay et Schields, *Ph. Ch. 12*, p. 433. Guye. *Arch. sc. phys. nat. 31*, p. 38 et *C. r. 112*, p. 1257.

[3] Battelli, *Nuovo Cimento* [3], *33*.

[4] Cf. Pellat, *J. phys.* 3, p. 225 ; Zambiasi, *Lincei* 5, p. 123 : Galitzine. *Wiedm. Ann. 50*, p. 521.

[5] Battelli, *Atti del R. Inst. Ven.* [VII], IV, p. 685.

l'apparition du nuage (suivant qu'on élève la température au-dessus de la température critique, ou que, partant d'une température supérieure, on la fait décroître en passant par la température critique). Ce fait nous paraît aujoud'hui très explicable; on verra plus loin que nos propres expériences démontrent que la divergence entre les deux lectures augmente notablement quand l'élévation et l'abaissement de température sont plus rapides et qu'il faut en chercher la cause soit dans une inégalité de température à l'intérieur du tube lui-même, soit dans une simple discordance de conductibilité entre le tube et le thermomètre.

Au reste, M. Zambiasi[1] a trouvé, contrairement à M. Battelli, que le ménisque disparaît à une température supérieure à celle de l'apparition du nuage.

L'observation faite également par M. Battelli, que la température d'apparition du nuage est d'autant plus basse, que la quantité de substance enfermée dans le tube est moindre, n'a pas pour nous l'importance que lui donne ce savant. La variation de la densité, aux environs du point critique est telle, qu'il est fort possible que la quantité de substance enfermée dans le tube ait été insuffisante pour remplir complètement celui-ci de vapeur saturante à la température critique.

Par une série d'expériences effectuées à l'aide d'un appareil fort ingénieux, M. de Heen[2] a tenté, lui aussi, de prouver qu'il subsistait du liquide au-dessus du point critique. Un des défauts de ce dispositif est que les parois de l'appareil sont opaques; l'auteur n'a par conséquent pu voir ce qui s'y passait. Cet appareil consiste essentiellement, en deux cylindres de métal, réu-

[1] Zambiasi, *loc. cit.*

[2] De Heen, *Bull. Ac. R. de Belg.* [3] *31*, p. 147 et 379.

nis par un robinet et dans lesquels pénètrent deux pistons plongeurs qui se meuvent de telle sorte que l'on peut faire varier simultanément la capacité de chacun des cylindres sans changer la capacité totale.

A des expériences toujours analogues, on ne peut présenter que les mêmes critiques. M. de Heen admet bien une température critique, une densité moyenne satisfaisant à la loi du diamètre de MM. Cailletet et Mathias, mais il conclut aussi à l'existence de densités limites, basées sur le fait, observé par lui, que le fluide au point critique n'a pas la même densité aux niveaux supérieurs et inférieurs. Entre ces deux limites l'une pour la vapeur, l'autre pour le liquide, il existe, d'après lui, toute une série de densités correspondant à des complexes de molécules « gazogéniques » et « liquidogéniques ». D'après la façon dont ont été effectuées les expériences (les pressions n'ont pas été mesurées), on est en droit de se demander, bien plutôt, si M. de Heen n'a pas, presque toujours, opéré sur un fluide unique à température constante, qui en raison de sa compressibilité infinie, se comprime sous son propre poids et présente ainsi à chaque niveau une densité différente, conformément à la théorie développée par M. Gouy[1].

Et, pour d'autres expériences, on pourrait probablement trouver des causes d'erreur analogues à celles que nous avons signalées au sujet de l'expérience de MM. Cailletet et Colardeau.

[1] Gouy, *C. r. 115*, p. 720; *116*, p. 1289. Ce mémoire était rédigé lorsque nous avons eu connaissance des communications faites récemment à l'Académie royale des sciences à Amsterdam, par M. Kamerlingh Onnes. (Communications from the physic. Labor. at the Univ. of Leiden n° 68) dont les expériences démontrent que le dispositif de M. de Heen peut encore être critiqué à d'autres points de vue.

En dernière analyse, toutes les explications d'après lesquelles le liquide subsiste au-dessus du point critique se résument dans la supposition que les molécules de liquide et celles de vapeur sont des complexes différents. En l'état actuel de la science, c'est une hypothèse difficilement admissible [1] et il faudrait, nous semble-t-il, des expériences plus serrées et plus décisives que celles que nous venons de passer en revue pour lui donner quelque vraisemblance.

M. Kuenen [2], dans un travail très intéressant, a signalé aussi une cause d'erreur dont l'importance est considérable dans certains cas : c'est l'impureté des composés employés. Une impureté plus volatile que le corps en expérience doit naturellement être en plus forte proportion dans la vapeur que dans le liquide et modifier ainsi la vaporisation ou la liquéfaction. Ce sera le cas, par exemple, s'il reste de l'air dans le tube ou dans le liquide. C'est là, à notre avis, la cause d'erreur la plus importante contre laquelle l'expérimentateur ait à se prémunir pour effectuer de bonnes mesures de constantes critiques. Et cela, d'autant plus que, même en partant de corps chimiquement purs, il arrive très fréquemment que ceux-ci subissent un commencement

[1] Du moins dans la généralité des cas; nous ne parlons pas ici des liquides anormaux qui sont caractérisés par un ensemble de propriétés assez nettes pour pouvoir les distinguer des liquides normaux. En toute rigueur, les liquides anormaux doivent d'ailleurs être considérés comme des mélanges de deux liquides.

[2] Kuenen, Commun. du lab. de Leyde, n° 8 et 11. Voir à ce sujet des observations inédites de M. Chappuis relatées dans le mémoire de M. Guye. *Ann. Ch. et phys.* 6 [21]. Dans l'étude très claire présentée par M. Mathias au dernier Congrès international de physique sur les méthodes employées pour déterminer les constantes critiques (Rapports 1900, t. I, p. 615), cet auteur insiste aussi sur la nécessité d'opérer avec des corps très purs.

de décomposition avant d'atteindre la température critique. Nous mentionnerons plus loin, d'ailleurs, des observations de M. Radice[1] qui mettent le fait nettement en évidence.

Quant à l'observation directe des densités du liquide et de la vapeur au point critique, les auteurs[2] qui ont étudié complètement la question ont reconnu qu'elle est impossible. La compressibilité d'un fluide à l'état critique est infinie et son propre poids suffit à faire varier son volume. En outre, le coefficient de dilatation est considérable. M. Young[3] a démontré, par des expériences remarquablement précises, effectuées sur le pentane normal extrêmement pur, que les densités du liquide et de la vapeur saturée deviennent égales à la température critique, que cette température est identique à celle de la disparition du ménisque ou de l'apparition du nuage, la température à laquelle se produisent ces deux phénomènes étant identique, aux erreurs d'expérience près. Ce qui est certain, c'est que, aux températures voisines de la température critique, il faut un temps très long pour que l'équilibre final soit établi[4].

Il n'en reste pas moins vrai que la disparition du ménisque ou l'apparition du nuage indiquent l'existence de l'état critique, au point où ces phénomènes se produisent.

Nous avons donc considéré comme établi que :

1° On peut déduire la température critique de l'observation de la disparition du ménisque et de l'appari-

[1] Radice. Thèse, Genève 1899.

[2] Voir spécialement Young. *Phil. Mag.* 1892, 153; 1894, p. 1. Gouy, *loc. cit.*

[3] Young. *Trans.* 1897, 448.

[4] Gouy, *loc. cit.*

tion du nuage : la substance étudiée étant enfermée dans un tube dont la capacité doit être égale au volume critique correspondant au poids de matière employée [1].

2° Au-dessus de la température critique ainsi déterminée, tout fluide cesse de se présenter sous deux états physiques différents.

C'est en nous inspirant de ces principes que nous avons effectué les mesures qui vont être relatées [2].

[1] Mathias, *loc. cit.*

[2] En fait, les présentes recherches avaient été précédées d'expériences préliminaires faites par M. Radice. (Détermination expérimentale des températures critiques, Thèse, Genève. 1899), en vue d'établir d'abord une liste de composés asssez stables pour être étudiés à l'état critique. Ces expériences ont porté sur les corps ci-dessous, dont ceux marqués du signe * ont donné des signes indubitables de décomposition à des températures inférieures à la température critique dont la détermination a été, de ce fait, rendue impossible pour certains d'entre eux (t_c = ?). Les températures indiquées entre parenthèses, déterminées par la méthode de Cagniard de la Tour (dont il sera parlé plus loin) représentent les valeurs approchées des températures critiques, données par ces essais préliminaires. Pour l'iode exceptionnellement cette température a été déterminée par la méthode employée par Nadjejdine (v. Dict. de Würtz. 2e suppl. article « Critique. » Point, p. 144).

Corps	t_c	Corps	t_c
Benzène	288°,1	*Acétophénone	?
Méthylaniline	428°,6	*Anhydride acétique	?
*Ethylaniline	[425°,4]	*Valérate de méthyle	(294°)
*Diéthylaniline	?	*Salicylate de méthyle	(436°)
Pyridine	(344°,2)	*Succinate d'éthyle	(390°)
*Quinoléine	(>520°)	*Malonate d'éthyle	?
Phénol	419°,2	*Benzoate d'éthyle	?
o-crésol	422°,3	*Isosulfocyanure de phényle	?
p-crésol	426°,0	P.-toluonitrile	450°
Thymol	425°,1	Iode	(512°)
*Menthol	(421°)	*Bibromure de triméthylène	?
*Anéthol	?	Diphénylméthane	497°,0

(A suivre.)

DU MÉCANISME

DE

L'ACTION DU PEROXYDE D'HYDROGÈNE

SUR

L'ACIDE PERMANGANIQUE

PAR

A. BACH

Pour expliquer le mécanisme de l'action du peroxyde d'hydrogène sur le permanganate de potasse en solution acide, deux hypothèses se trouvent en présence : l'hypothèse de M. Traube, suivant laquelle la réduction de l'acide permanganique par le peroxyde d'hydrogène serait due à *l'oxydabilité de l'hydrogène* de celui-ci, et l'hypothèse de M. Berthelot qui cherche à expliquer la réduction simultanée du peroxyde d'hydrogène et de l'acide permanganique par la formation d'un *trioxyde d'hydrogène* instable à la température ordinaire. Tandis que la première hypothèse manque totalement de base expérimentale, la seconde s'appuie sur l'expérience bien connue, dans laquelle M. Berthelot a montré que le peroxyde d'hydrogène décolorait, à la température de — 12°, le permanganate de potasse en solution sulfurique, sans donner lieu à un dégagement

notable d'oxygène. Jusqu'en ces derniers temps, cette expérience était généralement considérée comme concluante, l'hypothèse de M. Traube ne comptait que de rares adhérents.

MM. Baeyer et Villiger[1] ont répété dernièrement l'expérience de M. Berthelot et trouvé que le ralentissement du dégagement d'oxygène était dû, non pas à la formation d'un trioxyde d'hydrogène stable à basse température, mais simplement à un phénomène de sursaturation. Ils considérent en conséquence l'hypothèse de M. Berthelot comme intenable, se rallient à l'hypothèse de M. Traube et disent : « En l'état actuel de nos connaissances, nous envisageons cette manière de voir (celle de Traube) comme s'accordant le mieux avec les faits connus et trouvons que les auteurs des traités élémentaires auraient raison de l'adopter. »

En présence de cette affirmation catégorique, je me permets de publier quelques observations qui tendent à montrer que, des deux hypothèses en question, ce n'est pas celle de M. Traube qui s'accorde le mieux avec les faits.

J'ai cherché à aborder la question par le côté expérimental et cela dans les conditions suivantes :

Les beaux travaux récemment publiés par MM. Baeyer et Villiger ont fait connaître une série de dérivés du peroxyde d'hydrogène, dont l'un — le peroxyde hydroéthylique $H.O.O.C^2H^5$ — semblait pouvoir fournir le moyen de vérifier par l'expérience l'hypothèse de M. Traube.

On sait que le peroxyde d'hydrogène réagit avec le

[1] *Berichte*, t. XXXIII, p. 2488 (1900).

permanganate de potasse en solution acide d'après l'équation suivante :

$$2KMnO^4 + 3H^2SO^4 + 5H^2O^2 = 2MnSO^4 + K^2SO^4 + 8H^2O + 5O^2.$$

Il est évident que cette équation s'accorde tout aussi bien avec l'hypothèse de M. Traube qu'avec celle de M. Berthelot. Mais il en est tout autrement lorsqu'on emploie, à la place du bioxyde d'hydrogène, un peroxyde d'hydrogène monosubstitué qui, comme le peroxyde hydroéthylique $H.O.O.C^2H^5$, possède un radical inoxydable ou peu oxydable. Si l'hypothèse de M. Traube répond à la réalité, c'est-à-dire si l'action du peroxyde d'hydrogène sur le permanganate de potasse repose sur l'oxydation de l'hydrogène du peroxyde, le peroxyde hydroéthylique, qui ne contiendrait qu'un seul atome d'hydrogène oxydable, devrait exiger pour le titrage moitié autant de permanganate qu'une solution de peroxyde d'hydrogène contenant la même quantité d'oxygène actif. Par conséquent, lorsqu'on détermine dans des quantités exactement pesées de peroxyde hydroéthylique, l'oxygène actif, d'abord iodométriquement, ensuite par titrage au moyen de permanganate de potasse, cette dernière opération devrait accuser — si l'hypothèse de M. Traube est exacte — moitié autant d'oxygène actif que la détermination iodométrique. Naturellement, il est encore nécessaire de tenir compte de l'oxydation éventuelle du groupe éthyle dans le peroxyde hydroéthylique et de soustraire à la quantité de permanganate employée pour le titrage celle qui correspond à l'oxydation de l'éthyle ou des produits qui en dérivent.

Les expériences que j'ai instituées, en m'entourant de toutes les précautions voulues, avec le peroxyde hydroéthylique préparé et purifié d'après les indications de MM. Baeyer et Villiger[1] ont donné pour le dosage iodométrique de l'oxygène actif et pour le titrage au moyen de permanganate de potasse, des *valeurs à peu près égales*. Ces expériences paraissaient donc infirmer complètement l'hypothèse de M. Traube et apporter une nouvelle preuve à l'appui de l'hypothèse de M. Berthelot. Mais l'étude plus approfondie de la réaction a démontré qu'on ne pouvait faire valoir le résultat obtenu ni contre l'hypothèse de M. Traube, ni pour celle de M. Berthelot. Voici pourquoi :

Lorsqu'on titre la solution de peroxyde hydroéthylique au moyen d'une solution de permanganate de potasse, on observe que la réaction entre ces deux substances ne s'accomplit, au début, qu'avec une extrême lenteur. Ce n'est qu'au bout de une à deux heures que la réduction du permanganate devient plus vive pour prendre finalement les mêmes allures que dans le cas du peroxyde d'hydrogène. Il était à supposer que le sulfate de manganèse formé jouait un rôle important dans l'accélération de la réduction du permanganate par le peroxyde hydroéthylique. En effet, en ajoutant à celui-ci dès le début du titrage une certaine quantité de sulfate de manganèse, j'ai constaté que la marche de la réaction était en tout point identique à celle qui a lieu entre le peroxyde d'hydrogène non substitué et le permanganate de potasse. Il était très probable qu'en présence de sulfate de manganèse,

[1] *Berichte*, t. XXXIV, p. 738 (1901).

le peroxyde hydroéthylique subissait une hydrolyse pour se transformer en peroxyde d'hydrogène et alcool éthylique, ce qui pouvait expliquer suffisamment le fait que le dosage iodométrique et le titrage de l'oxygène actif par le permanganate de potasse ont donné des valeurs approximativement égales. Les expériences avec le peroxyde hydroéthylique n'ont donc pas conduit au but que je poursuivais.

J'ai trouvé un meilleur point de repère dans l'observation que j'ai eu l'occasion de faire antérieurement[1], à savoir : que le produit de l'action de l'acide sulfurique concentré ou même de l'acide sulfurique exempt d'eau sur le persulfate de potasse sec réduisait énergiquement, avec mise en liberté d'oxygène, l'anhydride permanganique dissous également dans l'acide sulfurique concentré ou exempt d'eau.

Ce produit renfermait un peroxyde d'hydrogène monosubstitué — l'acide monopersulfurique $HO^{1}S.O.OH$ — réduisant l'anhydride permanganique dans des conditions qui excluaient toute possibilité d'hydrolyse et de transformation en peroxyde d'hydrogène. D'après l'hypothèse de M. Traube, ce produit ne devrait exiger pour le titrage que moitié autant d'anhydride permanganique qu'une solution de peroxyde d'hydrogène contenant la même quantité d'oxygène actif.

Les expériences décrites antérieurement[2] ont été effectuées comme suit :

0,4 gr. de persulfate de potasse contenant 0,02214 gr. d'oxygène actif ont été traités par l'acide sulfurique

[1] *Archives*, t. XI, p. 128; *Berichte*, 1900, p. 3111; 1901, p. 1520.
[2] *Loco citato.*

exempt d'eau, la solution a été titrée au moyen d'une solution d'anhydride permanganique dans l'acide sulfurique exempt d'eau, et l'oxygène dégagé a été recueilli sur du mercure.

Une solution de peroxyde contenant la même quantité d'oxygène actif aurait dû exiger 8,3 cc. de solution d'anhydride permanganique (1 centimètre cube = 0,0026450 gr.) et mettre en liberté, après le titrage, 30,8 cc. d'oxygène. En admettant, comme le veut l'hypothèse de M. Traube, que l'atome d'hydrogène du peroxyde d'hydrogène monosubstitué soit oxydé par l'anhydride permanganique, on aurait dû employer pour le titrage du produit 4,15 cc. de solution d'anhydride permanganique au lieu de 8,3 cc, et obtenir également 30,8 cc. d'oxygène, vu que d'après M. Traube, l'oxygène mis en liberté dans le titrage provient exclusivement du groupe -O-O- du peroxyde, dont l'hydrogène est oxydé. En réalité, j'ai employé pour le titrage du produit 5 centimètres cubes de solution d'anhydride permanganique et recueilli 24,25 cc. d'oxygène (réduit à 0° et 760 millimètres). Le produit a donc exigé *plus* d'anhydride permanganique et fourni *moins* d'oxygène qu'il n'était à prévoir d'après l'hypothèse de M. Traube.

Ce déficit d'oxygène (6,55 cc.) montre déjà à lui seul que l'oxygène mis en liberté dans l'action du peroxyde d'hydrogène sur le permanganate de potasse ne provient pas exclusivement des groupes -O-O- du peroxyde, car, dans l'espèce, la quantité d'oxygène dégagée aurait dû être indépendante de la quantité d'anhydride permanganique employée et s'élever à environ 30,8 cc.

Comme nous l'avons vu, le produit a exigé 5 centimètres cubes de solution d'anhydride permanganique au lieu de 8,3 cc., c'est-à-dire 3,3 cc. de moins qu'une solution de peroxyde d'hydrogène renfermant la même quantité d'oxygène actif. Si maintenant on met en regard la quantité d'oxygène disponible contenue dans ces 3,3 cc. de solution d'anhydride permanganique employés en moins (0,008728 g = 6,05 cc. O) et le déficit d'oxygène constaté plus haut (6,55 cc.), on voit que les deux valeurs se couvrent presque complètement. *Le déficit d'oxygène est le corrélatif de la diminution de la quantité d'anhydride permanganique employée dans le titrage*[1].

Contrairement à l'hypothèse de M. Traube, l'oxygène mis en liberté dans l'action du peroxyde d'hydrogène sur l'acide permanganique semble donc être fourni en parties égales par les deux corps, chaque atome d'oxygène actif du peroxyde s'unissant à un atome d'oxygène disponible de l'acide permanganique pour former une molécule d'oxgyène, probablement avec production intermédiaire de trioxyde d'hydrogène.

Si l'on tient encore compte de ce que, pour le titrage de produit analysé, il a été employé plus d'anhydride permanganique qu'il n'en fallait pour l'oxydation d'un atome d'hydrogène, on sera obligé de reconnaître que

[1] La cause de cette diminution réside très probablement dans la formation d'un peracide suroxygéné — d'un dérivé de tétroxyde d'hydrogène — formation qui a pour conséquence de rendre inactive une portion de l'oxygène actif, vu que les atomes de celui-ci s'unissent gar groupes de 3 pour former des composés renfermant comme l'ozone une chaîne de trois atomes d'oxygène dont un seul actif.

le seul cas où l'hypothèse de M. Traube ait pu être soumise à l'épreuve expérimentale, est décidément défavorable à cette hypothèse.

En passant en revue tous les faits relatifs à l'action du peroxyde d'hydrogène sur l'acide permanganique, on arrivera nécessairement à la conclusion que l'hypothèse de M. Berthelot est beaucoup plus plausible et rationnelle que celle de M. Traube. Même en admettant que l'existence du trioxyde d'hydrogène ne soit pas démontrée par l'expérience de M. Berthelot, il ne s'ensuit nullement que son hypothèse soit fausse. On connaît nombre de réactions dans lesquelles il y a formation de produits intermédiaires que, jusqu'à présent, on n'a pas encore réussi à isoler. Comme sous tous les autres rapports, l'hypothèse de M. Berthelot semble être à l'abri d'objection, — on ne pourrait certainement pas en dire autant de l'hypothèse de M. Traube[1] — on ne voit pas bien pourquoi celle-ci doit être préférée à celle-là.

Toutefois, aucune de ces hypothèses n'est encore mûre pour les traités élémentaires.

[1] Admettre, comme le fait M. Traube, que le peroxyde d'hydrogène contient de l'hydrogène facilement oxydable *lié directement* à de l'oxygène actif, cela choque le sens commun.

ANALYSE

DU

GAZ ACÉTYLÈNE

PRODUIT PAR LES

CARBURES DE CALCIUM DU COMMERCE

ET

SA PURIFICATION POUR L'ÉCLAIRAGE

PAR

A. LANDRISET et **A. ROSSEL**[1]

L'*acétylène* produit par l'action de l'eau sur les carbures de calcium du commerce, n'est pas pur ; il contient des produits gazeux en proportions variables qui dépendent aussi bien de la composition du carbure que de la *manière* dont il est décomposé par l'eau.

La pureté de l'acétylène dépend de celle plus ou moins grande des matières premières (charbon et chaux) employées pour la fabrication du carbure ; ce dernier peut dégager, traité par l'eau :

1° de l'azote,

2° de l'oxygène,

3° de l'hydrogène,

4° du méthane,

qui en faibles quantités ne nuisent pas au pouvoir éclairant du gaz, et

[1] Communiqué à la réunion de la Société helvétique des Sciences naturelles, à Zofingue.

5° de l'ammoniaque,

6° des thiodérivés et de l'hydrogène sulfuré,

7° de l'hydrogène phosphoré,

qui, en petites quantités déjà, nuisent à son économie.

Nous avons modifié la burette de Hempel pour l'analyse des gaz de manière à arriver à une détermination facile et exacte de la composition de l'acétylène et obtenu des résultats concluants qui ont contribué à trouver la méthode rationnelle de la purification du gaz.

Les analyses ont donné les résultats suivants pour les moyennes d'un grand nombre de carbures :

	1re série	2me série	3me série	
Hydrogène	0,10 %	0,30 %	0,25 %	en volume.
Oxygène	0,10 %	0,10 %	0,15 %	»
Azote	0,10 %	0,10 %	0,20 %	»
Méthane	—	—	—	

L'hydrogène se produit par l'action de petites quantités de calcium métallique répandu dans *l'intérieur* de la masse du carbure sur l'eau de réaction. Les carbures des séries 2 et 3 renfermaient en partie un excès de chaux, ce qui n'a pas augmenté la quantité du calcium métallique. Une certaine quantité de cet excès de chaux se volatilise ou forme des cristaux bien définis, irisés de chaux cristallisée, souvent confondus avec des cristaux de carbure pur, ce qui explique pourquoi certains carbures en pains cristallisés donnent un faible rendement en acétylène.

L'absence de méthane démontre que nos carbures ne contiennent pas de carbure d'aluminium.

Les faibles quantités d'oxygène et d'azote, ainsi que l'hydrogène, sont en quantités négligeables au point de

vue de l'emploi de l'acétylène pour l'éclairage et son emploi pour des travaux techniques.

Tous les carbures du commerce dégagent, traités par l'eau, de l'acétylène contenant en plus ou moins grandes quantités de l'*ammoniaque*, de l'*hydrogène sulfuré* et de l'*hydrogène phosphoré*, en faibles quantités il est vrai, mais suffisantes pour avoir une influence défavorable sur le pouvoir éclairant de l'acétylène et qu'il faut éloigner par purification.

L'*ammoniaque* se produit entr'autres par l'oxydation du *magnésium* des carbures fabriqués avec des calcaires dolomitiques, quand le métal brûle à la surface en présence du carbure. Pour le démontrer, on peut faire la jolie expérience suivante :

Dans un petit creuset de porcelaine, on chauffe au bec de Bunsen un mélange par équivalents de carbure pulvérisé et de magnésium en poudre :

$$Ca\,C_2 + 3Mg + 5O + 2N = CaO + 2CO_2 + Mg_3N_2$$

Le mélange devient incandescent et tandis que le carbure brûle dans l'oxygène de l'air, le magnésium se combine avec l'azote pour former de l'azoture de magnésium.

Par l'action de l'eau ce dernier produit de l'ammoniaque,

$$Mg_3\,N_2 + 3H_2O = 3MgO + 2NH_3$$

Nous avons cependant constaté qu'un carbure préparé avec du carbonate de chaux précipité et du charbon de sucre donne de l'acétylène contenant également de l'ammoniaque. De petites quantités de calcium réduit brûlant *à la surface* du carbure, semblent donner la même réaction que le magnésium.

La quantité de *soufre* dans l'acétylène est très variable et dépend de la méthode employée pour la production du gaz. En plongeant dans l'eau du carbure de manière à ce qu'il ne soit pas submergé, on remarque un fort dégagement d'hydrogène sulfuré ; si, au contraire, on laisse tomber le carbure dans l'eau, l'acétylène qui se dégage ne contient aucune trace d'hydrogène sulfuré, celui-ci étant *complètement* retenu par la chaux résiduaire, à l'état de sulfure de calcium.

La quantité d'*hydrogène phosphoré* est proportionnelle aux phosphates contenus dans la chaux de fabrication et les cendres des charbons.

Nos analyses nous ont donné les résultats suivants :

Ammoniaque (chute d'eau sur le carbure) :

1 Kilog de carbure donnant 300 litres d'acétylène, dégage 0,0582 gr. à 1,262 gr. d'ammoniaque ou 738 à 1628 cc.

En fabriquant de l'acétylène par chute d'eau sur le carbure, il peut donc se produire jusqu'à 5 litres d'ammoniaque par mètre cube de gaz.

Quand, par contre, le carbure tombe dans l'eau, la plus grande quantité de l'ammoniaque produite est retenue en dissolution. L'acétylène lavé dans l'eau froide ne contient plus d'ammoniaque.

Les carbures du commerce contiennent en moyenne 3 gr. de *soufre* par kilog, le maximum est de 3,5 ‰. Cette quantité peut tomber à 1,5 ‰ pour des carbures plus purs. Le maximum du soufre dosé dans le gaz produit par du *carbure tombant dans l'eau* est de 0,021 gr. par 100 litres de gaz (ou 0,063 gr. pour 300 litres correspondant à 1 kg. de carbure), ce qui

représente 14 cc. d'hydrogène sulfuré ou 2 °/₀ du soufre total du carbure. Quand, par contre, l'eau tombe sur le carbure, le minimum du soufre contenu dans l'acétylène est de 0,111 gr. par 100 litres de gaz, ou 0, 333 gr. par kilog. de carbure, soit 222 cc. d'hydrogène sulfuré ou 11,1 °/₀ du soufre total du carbure.

Ces réactions démontrent la supériorité des appareils à acétylène construits d'après le principe de la chute de carbure dans l'eau sur les appareils à chute d'eau sur le carbure.

Le maximum du *phosphore* dans le gaz acétylène à l'état d'hydrogène phosphoré, produit par kilog de carbure de qualité courante, est de 0,525 gr. Un grand nombre d'analyses nous ont donné les résultats suivants :

1 kg. de carbure donne un gaz contenant :

0,063 gr. P.
0,024 »
0,291 »
0,360 »
0,450 »

On obtient la quantité totale du phosphore qui se trouve à l'état d'hydrogène phosphoré dans l'acétylène, en faisant passer le gaz dans une solution d'hypochlorite de sodium qui oxyde le phosphore à l'état d'acide phosphorique, que l'on dose à l'état de pyrophosphate de magnésie.

En moyenne l'acétylène contient dans 100 litres de gaz, 0,080 gr. de phosphore à l'état d'hydrogène phosphoré, soit 55 cc.

Pour fabriquer de l'acétylène donnant une flamme

très éclairante, exempte d'impuretés, il est nécessaire d'éliminer complètement l'ammoniaque, l'hydrogène sulfuré et l'hydrogène phosphoré contenus dans le gaz brut.

On arrive à ce résultat en ayant soin que le gaz en se dégageant se trouve en contact avec la chaux résiduaire, ce qui a surtout lieu pour les appareils à chute de carbure dans l'eau. Le gaz est ensuite conduit à travers une quantité d'eau suffisante (laveur) pour éliminer toute l'ammoniaque.

Quant au phosphore, l'expérience nous a démontré que dans la plupart des cas on n'a pas à en tenir compte vu les faibles quantités constatées. Cependant il arrive que les charbons et la chaux peuvent en augmenter la proportion et donner dans les locaux où brûle le gaz une buée blanchâtre, âcre et désagréable, formée d'anhydride phosphorique, qu'il convient d'éliminer. Les essais que nous avons entrepris dans ce but et que nous continuons actuellement, nous permettront d'indiquer exactement les conditions de formation et d'élimination. Jusqu'ici ce sont les mélanges épurateurs à base de chlorure de chaux qui paraissent donner les meilleurs résulats.

RÉSUME MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1900

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

R. GAUTIER

Professeur et directeur de l'Observatoire de Genève.

INTRODUCTION.

La seule différence entre ce *résumé* et ceux des trois années précédentes consiste en ce que, partout, une place y a été attribuée à l'*année civile* à côté de l'*année météorologique*. Cette modification, qui persistera, m'a paru toute indiquée pour l'année 1900 qui clôture le XIXme siècle. Elle est d'ailleurs motivée par le fait que l'année civile est actuellement à la base de la plupart des travaux climatologiques. Mais l'année météorologique ne sera pas abandonnée pour cela; elle peut être partagée en *saisons* et présente ainsi de sérieux avantages, sans compter que presque toutes les études relatives au climat de Genève ont été fondées sur cette période.

Les tableaux de chiffres de ce résumé, comme ceux des résumés futurs, comprendront donc les données de

13 mois et, pour 1900, ceux qui vont de décembre 1899 à décembre 1900 inclusivement; puis viendront les résultats relatifs aux quatre saisons, à l'année météorologique et à l'année civile. Comme précédemment, le seul tableau des températures de cinq en cinq jours, calculées pour Genève, est établi pour l'année civile exclusivement.

L'ordre des matières traitées dans ce résumé sera d'ailleurs le même que dans les précédents : Après quelques indications d'ordre général, les différents éléments météorologiques y seront passés successivement en revue dans l'ordre accoutumé : *température, pression atmosphérique*, *humidité de l'air* à Genève, *vents*, *pluie et neige*, *nébulosité* et *durée d'insolation* à Genève.

A l'*Observatoire de Genève*, les observations météorologiques directes se font, comme précédemment, de trois en trois heures à partir de 7 h. du matin jusqu'à 10 h. du soir. Les instruments enregistreurs fournissent en outre les valeurs de la plupart des éléments météorologiques à 1 h. et à 4 h. du matin. Les moyennes diurnes de ces éléments reposent donc sur *huit* observations trihoraires. Une observation directe supplémentaire se fait à 9 heures du soir, pour rattacher Genève au *réseau météorologique suisse*, pour lequel les observations sont faites trois fois par jour, à 7 h. du matin, à 1 h. et à 9 h. du soir. Cette observation de 9 h. n'est pas utilisée dans les résumés genevois, mais elle est publiée par les soins du Bureau météorologique central de Zurich.

Au *Grand Saint-Bernard*, les observations ont été faites par les religieux sous la surveillance de M. le

prieur Gard. Elles ont lieu six fois par jour, en général aux mêmes heures qu'à Genève; l'observation de 7 h. du matin, pour la température, a cependant été faite généralement à une heure plus précoce, 5 h. et demie du matin, jusqu'au mois d'octobre inclusivement. A partir du mois de novembre 1900, elle se fait à 7 h. du matin.

On a obvié à cet avancement de la première observation diurne, en continuant à se servir du mode d'interpolation graphique exposé dans le résumé météorologique de 1884. Cette méthode fournit en effet une valeur approchée de la température moyenne vraie à 7 h. du matin, de même que des températures de 1 h. et de 4 h. du matin. Pour ces deux dernières heures de nuit, les valeurs de la pression atmosphérique seule sont relevées chaque jour sur les diagrammes d'un appareil enregistreur. L'observation de 9 h. du soir ne s'est pas encore faite au Grand Saint-Bernard pendant l'année météorologique 1900.

Comme l'annonce le bulletin mensuel d'octobre 1900 des observations météorologiques faites au Grand Saint-Bernard, une *nouvelle station météorologique* y a été installée dans le bâtiment neuf de l'Hospice. Cette station comporte des thermomètres et des hygromètres. Ses données n'ont pas servi pour l'année 1900 en ce qui concerne la température; il n'en sera donc fait mention dans ce résumé qu'à propos de l'humidité de l'air. Nous reviendrons sur ce sujet dans le résumé de l'année 1901.

Les *valeurs normales* des différents éléments météorologiques sont empruntées, pour *Genève*, aux « Nouvelles études sur le climat de Genève, » d'Émile Plan-

tamour, qui utilisent toutes les observations faites jusqu'en 1875.

Pour le *Grand Saint-Bernard*, les valeurs normales sont fournies par les moyennes des 27 années, 1841-1867, calculées par E. Plantamour.

Les résumés mensuels des observations météorologiques faites à l'Observatoire de Genève et au Grand Saint-Bernard et publiés dans les *Archives* sont, comme précédemment, réduits chaque mois à l'Observatoire de Genève par les soins des astronomes et spécialement par M. E. Schær, astronome-adjoint. Une partie des tableaux de ce *résumé annuel* ont été établis par les soins de M. H. Duaime, auquel j'exprime, ainsi qu'à M. Schær, mes sincères remerciements.

Les *observations météorologiques* ont toutes été faites à L'HEURE LOCALE, seule indiquée. Pour la transformer en temps de l'Europe centrale, il faut ajouter 35 minutes aux observations de Genève et 30 minutes à celles du Grand Saint-Bernard.

I. Température.

Genève. — La détermination des *températures de nuit* à 1 h. et à 4 h. du matin, a reposé, comme l'année précédente, sur les indications du *thermographe Richard* grand modèle, qui a fonctionné sans accroc durant toute l'année.

Les résultats généraux des observations thermométriques sont consignés dans douze tableaux de chiffres à propos desquels j'ai quelques remarques à ajouter.

1° *Moyennes générales de la température. — Écarts.* Le *tableau I* fournit, pour *Genève*, toutes les valeurs

moyennes des températures, de trois en trois heures, à partir de 1 h. du matin, puis la *température moyenne des mois, des saisons et de l'année* (météorologique et civile) moyennes des huit moyennes trihoraires, enfin les *minima* et les *maxima* moyens.

Le *tableau II* fournit, pour *le Grand Saint-Bernard*, les mêmes moyennes pour les six dates d'observation directe. Les *moyennes des mois, des saisons et de l'année* sont établies sur la moyenne des huit températures trihoraires, en se servant des températures obtenues par interpolation graphique pour 1 h., 4 h. et 7 h. du matin.

Le *tableau III* donne les *écarts* entre les températures moyennes des différentes périodes et les valeurs normales de 1826-1875 pour Genève et de 1841-1867 pour le Grand Saint-Bernard.

Il résulte de l'examen de ces chiffres que, à *Genève*, l'année météorologique 1899-1900, et plus encore l'année civile 1900, ont été plus chaudes que la normale, quoique à un moindre degré que l'année précédente. Au *Grand Saint-Bernard*, où l'année 1899 avait été exceptionnellement chaude, l'année météorologique 1899-1900 a une température absolument normale, l'année civile est un peu plus chaude. Nous retrouvons ainsi, comme entre Savatan et Dailly [1], une différence plus grande que d'ordinaire entre les températures de deux stations situées à des altitudes différentes.

Dans les deux stations, le *printemps* seul est au-des-

[1] Voir Observations météorologiques faites aux fortifications de St-Maurice pendant l'année 1900. *Archives*, décembre 1900.

I. Température a Genève en 1900.

ÉPOQUE	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1899.	- 0,47	- 0,68	- 0,75	+ 0,23	+ 1,71	+ 1,33	+ 0,23	- 0,28	+ 0,16	- 2,23	+ 3,14
Janv. 1900	+ 2,13	+ 1,95	+ 1,53	+ 2,51	+ 4,47	+ 3,96	+ 2,81	+ 2,05	+ 2,68	+ 0,01	+ 6,10
Février . .	+ 2,93	+ 2,37	+ 2,31	+ 4,35	+ 6,62	+ 5,77	+ 5,02	+ 4,04	+ 4,18	+ 0,66	+ 8,86
Mars . . .	+ 0,52	- 0,32	- 0,49	+ 2,68	+ 4,60	+ 4,85	+ 2,98	+ 1,46	+ 2,04	- 1,91	+ 6,17
Avril . . .	+ 6,05	+ 5,11	+ 5,89	+ 9,40	+11,70	+12,05	+10,06	+ 7,84	+ 8,51	+ 3,72	+13,40
Mai	+ 9,57	+ 8,23	+10,44	+13,55	+15,61	+15,96	+13,62	+11,49	+12,31	+ 7,61	+17,36
Juin. . . .	+14,15	+12,36	+15,52	+18,79	+21,04	+22,13	+19,73	+16,83	+17,59	+11,57	+23,87
Juillet. . .	+17,29	+15,55	+18,29	+21,68	+24,24	+24,97	+22,56	+19,29	+20,48	+14,62	+26,76
Août . . .	+15,25	+14,11	+15,38	+18,95	+21,17	+21,50	+18,81	+16,80	+17,75	+12,59	+23,09
Septembre	+13,95	+13,19	+13,53	+17,55	+20,09	+20,46	+17,89	+15,70	+16,55	+11,93	+21,84
Octobre. .	+ 9,14	+ 8,29	+ 7,94	+12,28	+14,61	+14,07	+11,18	+ 9,57	+10,89	+ 6,30	+16,12
Novembre	+ 4,45	+ 4,15	+ 3,94	+ 6,46	+ 8,28	+ 7,62	+ 6,18	+ 5,09	+ 5,77	+ 2,25	+ 9,59
Décembre.	+ 2,28	+ 2,06	+ 1,98	+ 3,05	+ 4,91	+ 4,40	+ 3,46	+ 2,82	+ 3,12	+ 0,55	+ 6,27
Hiver . . .	+ 1,48	+ 1,17	+ 0,99	+ 2,30	+ 4,19	+ 3,62	+ 2,61	+ 1,87	+ 2,28	- 0,56	+ 5,94
Printemps	+ 5,37	+ 4,33	+ 5,27	+ 8,53	+10,63	+10,94	+ 8,88	+ 6,92	+ 7,61	+ 3,13	+12,30
Été	+15,58	+14,02	+16,41	+19,82	+22,16	+22,87	+20,38	+17,65	+18,61	+12,94	+24,58
Automne .	+ 9,18	+ 8,54	+ 8,46	+12,10	+14,33	+14,05	+11,74	+10,11	+11,06	+ 6,83	+15,85
Année mét.	+ 7,93	+ 7,05	+ 7,82	+10,73	+12,87	+12,92	+10,95	+ 9,17	+ 9,93	+ 5,62	+14,71
» civile	+ 8,17	+ 7,28	+ 8,04	+10,97	+13,14	+13,18	+11,22	+ 9,44	+10,18	+ 5,85	+14,98

II. Température au GRAND SAINT-BERNARD en 1900.

ÉPOQUE.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Température moyenne
	°	°	°	°	°	°	°
Déc. 1899.	– 8,85	– 8,17	– 7,29	– 8,13	– 8,50	– 8,79	– 8,55
Janv. 1900	– 9,00	– 8,55	– 7,75	– 8,54	– 9,03	– 9,00	– 8,77
Février . .	– 7,43	– 5,68	– 4,63	– 6,12	– 7,60	– 7,66	– 7,00
Mars . . .	–11,00	– 9,38	– 7,98	– 8,43	–10,71	–11,32	–10,34
Avril . . .	– 5,80	– 2,62	– 1,16	– 2,37	– 5,08	– 5,72	– 4,95
Mai	– 0,75	+ 1,67	+ 3,35	+ 1,98	+ 0,01	– 0,96	+ 0,03
Juin. . . .	+ 3,45	+ 5,62	+ 6,63	+ 6,05	+ 4,24	+ 3,55	+ 4,39
Juillet. . .	+ 6,72	+ 9,06	+10,12	+ 9,12	+ 7,57	+ 6,43	+ 7,44
Août . . .	+ 5,30	+ 6,68	+ 8,15	+ 7,42	+ 5,45	+ 4,55	+ 5,38
Septembre	+ 5,60	+ 6,79	+ 8,41	+ 7,94	+ 6,15	+ 5,54	+ 5,87
Octobre. .	+ 0,30	+ 1,80	+ 2,91	+ 2,08	+ 0,87	+ 0,44	+ 0,94
Novembre.	– 6,09	– 5,35	– 4,11	– 5,32	– 5,89	– 6,25	– 5,81
Décembre.	– 4,95	– 3,80	– 2,40	– 3,66	– 4,24	– 4,74	– 4,54
Hiver . . .	– 8,46	– 7,53	– 6,62	– 7,65	– 8,40	– 8,51	– 8,14
Printemps	– 5,85	– 3,46	– 1,94	– 2,94	– 5,26	– 6,00	– 5,09
Été	+ 5,17	+ 7,14	+ 8,32	+ 7,54	+ 5,77	+ 4,86	+ 5,75
Automne .	– 0,06	+ 1,09	+ 2,41	+ 1,57	+ 0,38	– 0,08	+ 0,34
Année. mét.	– 2,27	– 0,66	+ 0,58	– 0,33	– 1,85	– 2,41	– 1,76
» civile	– 1,94	– 0,28	+ 0,99	+ 0,05	– 1,49	– 2,06	– 1,42

III.

ÉPOQUE.	ÉCARTS. Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Différence entre les deux stations.
	°	°	°
Décembre 1899 .	—0,64	—0,96	+0,32
Janvier 1900....	+2,76	+0,27	+2,49
Février.....	+2,58	—1,61	+0,97
Mars.....	—2,56	—3,02	+0,46
Avril.....	—0,46	—1,68	+1,22
Mai.....	—0,89	—0,48	—0,41
Juin.....	+0,78	+0,30	+0,48
Juillet.....	+1,67	+1,28	+0,39
Août.....	—0,16	—0,60	+0,44
Septembre.....	+1,89	+2,55	—0,66
Octobre.....	+1,01	+1,42	—0,41
Novembre.....	+1,22	—0,51	+1,73
Décembre.....	+2,32	+3,05	—0,73
Hiver.....	+1,53	+0,26	+1,27
Printemps.....	—1,31	—1,73	+0,42
Été.....	+0,76	+0,33	+0,43
Automne.....	+1,36	+1,16	+0,20
Année météor..	+0,58	+0,00	+0,58
» civile...	+0,83	+0,34	+0,49

sous de la normale et, au Grand Saint-Bernard, il est assez froid pour compenser la plus-value de chaleur des trois autres saisons. — A Genève, 5 mois, sur 13, présentent des écarts de température négatifs ; au Grand Saint-Bernard, il y en a 6. Le mois le plus chaud, relativement, est *janvier* à Genève, *septembre* au Grand Saint-Bernard (*décembre* 1900 pour l'année civile). Le mois le plus froid, relativement, est *mars* aux deux stations. — C'est au mois de *janvier* que Genève est, relativement, le plus chaud par rapport au Grand Saint-Bernard.

Les *températures moyennes mensuelles extrêmes* tombent sur les mois de mars et de juillet pour le Grand Saint-Bernard. A Genève, cela est vrai également pour l'année civile, mais, pour l'année météorologique, le mois le plus froid est décembre. Il en résulte pour l'amplitude de l'année météorologique :

Mois.	Genève.		Grand Saint-Bernard.	
Le plus froid	Déc. 1899	+ 0°,16	Mars 1900	— 10°,34
» chaud	Juil. 1900	+ 20°,48	Juil. 1900	+ 7°,44
Amplitude annuelle		20°,32		17°,78

L'amplitude est sensiblement supérieure, aux deux stations, à sa valeur moyenne, qui est 18°,9 à Genève et 15°,2 au Grand Saint-Bernard entre les mois extrêmes ordinaires (janvier et juillet).

2° *Température de cinq en cinq jours à Genève.*

Le *tableau IV* fournit les températures moyennes par *pentades* et, comme précédemment, pour *l'année civile* seule, du 1er janvier au 31 décembre 1900. A côté des températures, figure l'*écart* avec les tempéra-

IV. 1900. Température de 5 en 5 jours, a Genève.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
	°	°		°	°
1– 5 Janvier	+ 5,32	(+5,58)	30– 4 Juillet	+20,36	(+2,08)
6–10 id.	+ 2,53	(+2,85)	5– 9 id.	+13,72	(-4,82)
11–15 id.	- 1,58	-1,28	10–14 id.	+18,83	+0,10
16–20 id.	+ 4,13	(+4,33)	15–19 id.	+23,96	(+5,11)
21–25 id.	+ 5,38	(+5,41)	20–24 id.	+22,41	(+3,51)
26–30 id.	+ 0,75	+0,54	25–29 id.	+24,08	(+5,21)
31– 4 Février	+ 1,05	+0,54	30– 3 Août	+20,40	(+1,63)
5– 9 id.	+ 2,95	+2,08	4– 8 id	+18,16	-0,43
10–14 id.	+ 4,14	(+2,86)	9–13 id.	+16,62	(-1,73)
15–19 id.	+ 4,82	(+3,08)	14–18 id.	+17,76	-0,27
20–24 id.	+ 4,38	(+2,15)	19–23 id.	+18,41	+0,76
25– 1 Mars	+ 6,91	(+4,15)	24–28 id.	+16,98	-0,23
2– 6 Mars	- 3,08	(-6,40)	29– 2 Septemb.	+16,13	-0,57
7–11 id.	+ 1,76	(-2,14)	3– 7 id.	+15,57	-0,56
12–16 id.	+ 4,55	+0,04	8–12 id.	+16,09	+0,57
17–21 id.	+ 3,04	(-2,09)	13–17 id.	+15,15	+0,30
22–26 id.	+ 4,13	-1,64	18–22 id.	+18,34	(+4,21)
27–31 id.	+ 1,43	(-5,00)	23–27 id.	+17,95	(+4,58)
1– 5 Avril	+ 3,23	(-3,87)	28– 2 Octobre	+16,75	(+4,18)
6–10 id.	+ 5,08	(-2,71)	3– 7 id.	+14,87	(+3,13)
11–15 id.	+10,81	(+2,32)	8–12 id.	+13,06	(+2,18)
16–20 id.	+ 9,56	+0,37	13–17 id.	+ 9,26	-0,74
21–25 id.	+12,24	(+2,33)	18–22 id.	+ 8,26	-0,85
26–30 id.	+10,16	-0,47	23–27 id.	+ 7,68	-0,54
1– 5 Mai	+12,91	+1,56	28– 1 Novemb.	+ 8,87	+1,55
6–10 id.	+12,49	+0,42	2– 6 id.	+ 8,45	(+2,01)
11–15 id.	+10,71	(-2,07)	7–11 id.	+ 6,54	+0,97
16–20 id.	+ 9,99	(-3,50)	12–16 id.	+ 5,69	+0,95
21–25 id.	+13,83	-0,34	17–21 id.	+ 5,55	+1,60
26–30 id.	+13,97	-0,86	22–26 id.	+ 4,33	+1,13
31– 4 Juin	+15,07	-0,39	27– 1 Décemb.	+ 3,14	+0,63
5– 9 id.	+17,93	(+1,87)	2– 6 id.	+ 6,73	(+4,85)
10–14 id.	+17,73	+1,12	7–11 id.	+ 3,19	+1,87
15–19 id.	+18,86	(+1,74)	12–16 id.	- 0,31	-1,15
20–24 id.	+18,10	+0,54	17–21 id.	+ 0,18	-0,26
25–29 id.	+16,01	(-1,94)	22–26 id.	+ 3,55	(+3,43)
			27–31 id.	+ 5,15	(+5,26)

tures calculées d'après la formule déduite par E. Plantamour de l'étude des cinquante années de 1826 à 1875[1]. Lorsque l'écart observé dépasse la limite de l'écart probable calculé et constitue ainsi une *anomalie*, le chiffre de l'écart est mis entre parenthèses dans le tableau.

Sur les 73 pentades, 46 présentent un écart positif et 27 un écart négatif. Il en résulte que l'année civile est, comme nous l'avons déjà constaté, plutôt chaude. Ce caractère s'accuse encore davantage par le fait que, sur les 46 écarts positifs, 26 dépassent la valeur de l'écart probable, tandis que, sur les 27 écarts négatifs, 11 seulement dépassent cette limite.

Les plus longues périodes de chaleur relative comprennent neuf pentades, du 16 janvier au 1er mars et du 28 octobre au 11 décembre. Les plus longues périodes de froid relatif sont seulement de 5 pentades, du 17 mars au 10 avril (on pourrait même la faire remonter au 2 mars, car la pentade du 12 au 16 mars présente un excédent de + 0°,04 seulement) et du 11 mai au 4 juin.

Le plus fort écart positif, + 5°,58, tombe sur la première pentade de l'année, et le plus fort écart négatif, — 6°,40, sur celle du 2 au 6 mars. — Les plus fortes hausses de la température, + 5°,03 et + 5°,01, se sont présentées entre la 20e et la 21e pentade, puis entre la 39e et la 40e. Le plus fort abaissement de la température, — 10°,55, a eu lieu entre la 12e et la 13e pentade. — La pentade la plus froide est précisément cette 13e, du 2 au 6 mars, avec — 3°,08. La plus

[1] « Nouvelles études sur le climat de Genève, » p. 53.

chaude est la 42e, du 25 au 29 juillet, avec 24°,08. Elle fait partie de cette période si chaude de l'été 1900 qui va du 13 juillet au 3 août.

3° *Moyennes diurnes. Écarts. Anomalies.*

Le *tableau V* fournit la classification des jours de l'année, à Genève, suivant leurs températures moyennes et conformément à la terminologie introduite par Plantamour. Il en résulte que, dans l'année météorologique, 28 jours seulement ont présenté une température moyenne inférieure à zéro. Ce chiffre est faible, mais il est cependant plus fort que durant les trois années, très chaudes, qui ont précédé 1900. Il n'y a eu que 5 jours *très froids* et 3 jours *très chauds*. L'année civile a un seul jour très froid et 20 jours froids, et est plus chaude que l'année civile 1899, à cause de la différence de température entre les mois de décembre 1899 et 1900.

Le *tableau VII* fournit une classification analogue pour le Grand Saint-Bernard. La longue série de jours où la température moyenne est restée au-dessous de zéro degré, s'étend du 2 décembre 1899 au 14 avril 1900, avec interruption seulement aux 23 et 25 février. La température moyenne n'est pas descendue au-dessous de zéro pendant plusieurs périodes de l'été, dont la plus longue s'étend du 6 août au 14 octobre.

Les *deux tableaux V et VII* fournissent également, pour chaque mois et pour l'année, les dates des jours les plus chauds et les plus froids. L'amplitude entre ces jours à températures moyennes extrêmes est de 32°,4 pour Genève et de 32°,2 pour le Grand Saint-Bernard.

Les *tableaux VI et VIII* fournissent les données

V. GENÈVE, 1900. — TEMPÉRATURE.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très froids	froids		tempérés		chauds		très chauds		
	-10° à -5°	-5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1899 .	4	11	12	2	2	—	—	—	-6°,48 le 11	+11°,40 le 31
Janv. 1900.	—	6	17	8	—	—	—	—	- 3,21 le 15	+ 9,66 le 17
Février. . .	—	1	17	9	1	—	—	—	- 0,92 le 1	+12,40 le 13
Mars. . . .	1	5	20	5	—	—	—	—	- 5,44 le 5	+ 7,71 le 12
Avril. . . .	—	—	6	12	12	—	—	—	+ 1,83 le 1	+14,66 le 23
Mai	—	—	—	5	22	4	—	—	+ 6,96 le 15	+16,90 le 29
Juin	—	—	—	—	3	23	4	—	+12,55 le 1	+22,51 le 21
Juillet . . .	—	—	—	—	5	6	17	3	+11,28 le 8	+25,89 le 26
Août	—	—	—	—	—	28	3	—	+15,11 le 5	+22,37 le 7
Septembre.	—	—	—	—	6	24	—	—	+12,93 le 14	+19,01 le 20
Octobre . .	—	—	—	15	11	5	—	—	+ 5,00 le 16	+19,21 le 1
Novembre .	—	—	11	18	1	—	—	—	+ 2,02 le 27	+11,59 le 2
Décembre .	—	8	15	6	2	—	—	—	- 1,49 les 18 et 19	+11,98 le 6
Année mét.	5	23	83	74	63	90	24	3	-6°,48 le 11 déc. 1899.	+25°,89 le 26 juillet 1900.
» civile	1	20	86	78	63	90	24	3	-5°,44 le 5 mars 1900	» »

VI. GENÈVE 1900. — Température.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				°	°	°	°	°	°
Déc. 1899 .	17	14	7	±3,85	- 7,63 le 10	+11,58 le 31	±1,91	- 6,10 le 8	+ 9,25 le 30
Janvier 1900	7	24	3	3,52	- 2,94 le 15	+ 7,52 le 3	1,87	- 5,36 le 1	+ 7,03 le 16
Février . . .	4	24	5	2,88	- 1,37 le 1	+11,03 le 13	2,25	- 7,18 le 14	+10,06 le 13
Mars	25	6	7	3,23	- 8,87 le 5	+ 3,45 le 12	1,78	- 6,53 le 2	+ 3,81 le 21
Avril	*17	12	5	2,36	- 5,00 le 1	+ 5,40 le 16	1,48	- 6,82 le 17	+ 4,77 le 11
Mai	20	11	9	2,27	- 6,11 le 15	+ 4,66 le 7	1,70	- 7,33 le 8	+ 3,37 le 3
Juin	13	17	9	1,96	- 4,10 le 27	+ 5,03 le 21	1,76	- 6,14 le 22	+ 3,98 le 21
Juillet	8	23	2	3,87	- 7,31 le 8	+ 7,49 le 2	1,86	- 7,03 le 3	+ 3,33 le 10
Août	17	14	13	1,31	- 3,52 le 5	+ 3,82 le 7	1,59	- 6,11 le 8	+ 3,98 le 7
Septembre .	9	21	7	2,42	- 2,05 le 14	+ 5,30 le 27	1,13	- 2,40 le 28	+ 2,49 le 9
Octobre . . .	10	21	4	2,30	- 4,83 le 16	+ 6,80 le 1	1,70	- 4,56 le 31	+ 5,13 le 30
Novembre. .	5	25	6	1,46	- 1,04 le 5	+ 4,80 le 2	1,13	- 4,13 le 5	+ 3,00 le 2
Décembre. .	9	22	8	3,02	- 2,00 le 18	+10,33 le 6	1,93	- 5,17 le 7	+ 8,16 le 5
Année mét. .	152	212	77	2,62	- 8,87 le 5 mars 1900.	+11,58 le 31 déc. 1899.	±1,68	- 7,33 le 8 mai 1900.	+10,06 le 13 février 1900.
» civile.	144	220	78	2.55	» »	+11,03 le 13 février 1900	1.68	» »	» »

* L'écart est nul le 30 avril 1900.

VII. SAINT-BERNARD, 1900. — Température.

Époque	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-20° et -15	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20		
Décembre 1899.	4	5	15	6	1	—	—	—	-18°,80 le 12	+0°,05 le 1
Janvier 1900 . .	3	10	9	9	—	—	—	—	-17,35 le 12	-1,37 le 24
Février	—	6	14	6	2	—	—	—	-12,57 le 10	+1,62 le 25
Mars	4	11	14	2	—	—	—	—	-17,92 le 2	-4,74 le 16
Avril	—	4	8	14	4	—	—	—	-13,51 le 2	+1,72 le 22
Mai.	—	—	—	15	16	—	—	—	-3,92 le 25	+4,47 le 5
Juin	—	—	—	1	17	12	. .	—	-0,48 le 1	+9,59 le 21
Juillet	—	—	—	4	4	10	13	—	-4,34 le 8	+13,41 le 26
Août	—	—	—	1	11	18	1	—	-0,66 le 5	+10,19 le 1
Septembre . . .	—	—	—	—	12	18	—	—	+2,71 le 12	+9,85 le 7
Octobre	—	—	4	7	17	3	—	—	-6,01 le 15	+6,39 le 9
Novembre . . .	—	—	20	9	1	—	—	—	-9,93 le 23	+2,09 le 1
Décembre . . .	—	2	11	16	2	—	—	—	-10,81 le 29	+0,54 le 17
Année mét. . .	11	36	84	74	85	61	14	—	-18,80 le 12 décembre 1899.	+13,41 le 26 juillet 1900.
» civile . .	7	33	80	84	86	61	14	—	-17,92 le 2 mars 1900.	» »

VIII. SAINT-BERNARD 1900. — Température

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				°	°	°	°	°	°
Déc. 1899	17	14	6	± 3,43	-11,22 le 12	+ 6,77 le 1	±2,21	- 8,10 le 9	+ 5,39 le 16
Janv. 1900	15	16	7	3,81	- 8,44 le 12	+ 7,70 le 24	2,78	- 9,16 le 25	+ 9,48 le 20
Février	7	21	7	2,92	- 3,62 le 10	+10,06 le 25	3,05	-10,71 le 14	+ 7,34 le 23
Mars	26	5	9	3,82	- 9,84 le 4	+ 2,71 le 12	2,70	- 7,77 le 2	+ 5,97 le 19
Avril	17	13	10	3,27	- 8,15 le 2	+ 5,26 le 15	1,86	- 8,31 le 17	+ 6,92 le 11
Mai	19	12	10	2,01	- 5,82 le 31	+ 5,33 le 5	1,87	- 4,34 le 24	+ 5,00 le 27
Juin	13	17	9	1,68	- 4,98 le 26	+ 4,93 le 21	1,91	- 6,37 le 26	+ 3,95 le 21
Juillet	9	22	3	4,21	-10,14 le 8	+ 7,03 le 26	2,19	- 7,13 le 4	+ 6,23 le 11
Août	20	11	12	1,64	- 7,04 le 5	+ 3,79 le 1	2,02	- 5,45 le 4	+ 6,24 le 6
Septembre	4	26	5	2,53	- 1,28 le 12	+ 6,52 le 23	1,22	- 4,65 le 8	+ 2,55 le 21
Octobre	9	22	6	3,26	- 5,41 le 15	+ 7,01 le 31	2,21	- 6,54 le 15	+ 6,19 le 16
Novembre	17	13	12	1,65	- 4,56 le 12	+ 5,25 le 1	1,62	- 4,49 le 11	+ 4,25 le 25
Décembre	5	26	7	3,78	- 3,42 le 3	+ 8,44 le 17	2,48	- 6,15 le 7	+ 7,02 le 4
Année mét.	173	192	96	± 2,86	-11,22 le 12 déc. 1899.	+10,06 le 25 févr. 1900.	± 2,13	-10,71 le 14 février 1900	+9,48 le 20 janvier 1900.
» civile	161	204	97	2,89	-10, 14 le 8 juillet 1900.	» »	2,16	» »	» »

habituelles sur les écarts entre les températures observées et les températures normales des deux stations. Pour toutes deux le nombre des écarts positifs dépasse celui des écarts négatifs, pour Genève surtout, ce qui provient de la température de l'année, supérieure à la normale.

Les mêmes tableaux fournissent ensuite, pour chaque mois et pour l'année, les valeurs moyennes des écarts, 1° entre la valeur observée et la normale, 2° entre les températures de 2 jours consécutifs. Ils donnent enfin les dates des écarts extrêmes, pris à ces deux points de vue; les derniers chiffres indiquent le plus fort abaissement de température ou la plus forte augmentation d'un jour à l'autre, pour chaque mois et pour l'année, météorologique et civile.

L'*anomalie* résultant de ce qu'il fait plus chaud dans la station de montagne que dans la station de plaine ne s'est présentée que tout au commencement de l'année météorologique et au milieu de décembre 1900. Les seuls cas d'anomalie de l'année 1899, du 28 au 30 novembre, se sont continués, en effet, le 1er décembre, avec une différence de température de 0°,6 en faveur du Grand Saint-Bernard. Les anomalies des 12 et 13 décembre 1900 s'élèvent au même chiffre de 0°6. Ces trois jours correspondent, comme d'ordinaire, à du brouillard à Genève, tandis que le soleil brillait de tout son éclat à la montagne.

4° *Températures extrêmes.*

Les *tableaux IX et X* fournissent les températures extrêmes pour les deux stations. A *Genève* le minimum absolu n'a pas atteint le minimum absolu moyen des

X. GENÈVE 1900. Indications des Thermométrographes.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°.
	°		°			
Déc. 1899 ..	— 9,8	le 12	+15,2	le 30	24	11
Janv. 1900..	— 5,6	le 15	+16,0	le 23	15	4
Février.....	— 5,1	le 11	+17,1	les 13 et 26	10	0
Mars.....	— 8.9	le 5	+12,8	le 12	21	2
Avril.....	— 2,9	le 3	+24,3	le 23	5	0
Mai.....	+ 3,9	le 20	+24,0	le 23	0	0
Juin	+ 5,6	le 1	+29,2	le 21	0	0
Juillet.....	+ 5,3	le 9	+33,9	le 27	0	0
Août.....	+ 8,3	le 9	+29,3	le 7	0	0
Septembre ..	+ 7,4	le 14	+28,3	le 24	0	0
Octobre.....	— 0,7	le 16	+25,0	le 1	1	0
Novembre...	— 2,0	le 27	+16,5	le 2	5	0
Décembre...	— 4,9	le 21	+17,0	le 6	18	1
Année mét. .	— 9,8	le 12 déc. 1899.	+33,9	le 27 juill. 1900.	81	17
» civile.	— 8.9	le 5 mars 1900.	»	»	» 75	7

X. SAINT-BERNARD 1900. — Températures extrêmes.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.
	°		°	
Déc. 1899...	—22,0	le 12	+ 2,8	le 1
Janv. 1900..	—21,0	le 12	+ 4,1	le 24
Février.....	—17,3	le 21	+ 5,7	le 25
Mars.....	—26,4	le 5	+ 1,7	le 16
Avril.....	—17,7	le 3	+10,7	le 15
Mai.....	— 6,8	le 31	+11,3	le 5
Juin	— 4,6	le 1	+13,7	le 21
Juillet.....	— 5,6	le 9	+19,7	le 26
Août.....	— 3,4	le 5	+16,2	le 2
Septembre ..	— 3,4	le 13	+18,2	le 7
Octobre.....	— 9,4	le 28	+10,7	le 10
Novembre...	—11,5	le 23	+ 6,2	le 1
Décembre...	—12.1	le 29	+ 4,2	le 17
Année mét. .	—26,4	le 5 mars 1900.	+19,7	le 26 juil. 1900.
» civile.	»	» » »	»	» » » »

XI. Température du Rhône en 1900.

Époque.	Moyenne.	Écarts avec la valeur normale.	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1899 . .	6,69	+0,08	4,0 le 16	9,0 le 7	+ 6,53
Janvier 1900 . . .	5,74	+0,63	4,2 le 13	6,8 le 4	+ 3,06
Février	5,45	+0,49	4,7 le 12	6,1 le 27	+ 1,27
Mars	5,45	—0,67	3,5 le 5	6,2 le 13	+ 3,42
Avril	7,92	—0,86	4,8 le 2	11,0 le 27	— 0,59
Mai	11,29	—0,43	8,8 le 9	13,9 le 31	— 1,02
Juin	15,55	+0,21	12,5 les 26 et 28	18,8 le 22	— 2,04
Juillet	19,87	+1,78	14,3 le 5	24,1 le 21	— 0,61
Août	17,34	—1,31	11,9 le 8	20,4 le 1	— 0,41
Septembre.	18,54	+1,47	16,5 le 29	19,6 le 24	+ 2,00
Octobre	15,09	+1,11	10,6 le 31	17,4 le 2	+ 4,21
Novembre	10,33	+0,70	8,7 les 28 et 29	12,0 le 3	+ 4,56
Décembre	7,46	+0,85	6,9 les 20, 26 et 27	8,7 le 6	+ 4,34
Année météorolog.	11,67	+0,33	3,5 le 5 mars 1900	24,1 le 21 juillet 1900.	+ 1,74
» civile. . . .	11,73	+0,39	» » » »	» » » »	+ 1,55

XII. Température du Rhône en 1900.

Époque	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
	°	°	°	°	°	°
Décemb. 1899	±0,89	— 2,5 le 16	+1,7 le 7	±0,47	— 2,7 le 16	+ 0,9 le 15
Janvier 1900	0,83	— 0,8 le 13	+1,4 les 4 et 5	0,21	— 1,3 le 13	+ 0,7 le 17
Février	0,48	— 0,2 le 12	+0,9 les 7 et 19	0,24	— 0,7 le 22	+ 0,8 le 14
Mars	0,84	— 2,1 le 4	+0,6 le 1	0,24	— 1,4 le 2	+ 0,6 le 6
Avril	1,05	— 2,5 le 2	+1,3 le 27	0,33	— 0,7 le 19	+ 1,0 le 21
Mai	0,94	— 2,2 les 9 et 10	+1,6 le 7	0,42	— 2,8 le 8	+ 0,9 le 23
Juin	1,72	— 4,1 les 28 et 29	+2,7 le 22	0,68	— 2,3 le 26	+ 3,1 le 30
Juillet	2,70	— 2,9 le 5	+5,8 le 21	0,55	— 2,7 le 4	+ 1,6 le 7
Août	1,63	— 6,9 le 8	+1,7 le 1	0,88	— 3,4 le 4	+ 2,6 le 9
Septembre	1,33	+*0,3 les 1, 3, 10, et 16	+3,2 le 24	0,36	— 1,4 le 29	+ 0,9 le 11
Octobre	1,45	— 1,2 le 31	+2,9 le 13	0,37	— 1,2 le 31	+ 0,9 le 25
Novembre	0,64	— 1,3 le 1	+1,1 le 17	0,33	— 0,5 le 14	+ 1,3 le 2
Décembre	0,82	+**0,1 le 12	+1,6 le 31	0,20	— 1,1 le 8	+ 0,4 le 6
Année mét.	±1,22	— 6,9 le 8 août 1900.	+5,8 le 21 juillet 1900.	±0,43 0,41	— 3,4 le 4 août 1900.	+ 3,1 le 30 juin 1900.
» civile	1,21	» »	» »		» » »	» » »

* et ** Les écarts des mois de septembre et de décembre 1900 sont tous positifs.

50 années 1826-1875 traitées par Plantamour et qui est de — 13°,3. En revanche le maximum absolu dépasse de plus d'un degré le maximum normal qui est de + 32°,5. L'oscillation extrême de la température, 43°,7, reste de 2° inférieure à l'oscillation extrême moyenne qui est de 45°,8. Au *Grand Saint-Bernard*, l'oscillation extrême observée est de 46°,1.

Le tableau IX fournit en outre, pour Genève, le nombre de *jours de gelée*, où le minimum est tombé au-dessous de zéro et celui des *jours de non dégel*, où le maximum est resté au-dessous de zéro. Ces nombres, plus élevés que pour les années précédentes, sont cependant encore inférieurs à ceux de la moyenne des 50 années 1826 à 1875, 91 et 21.

La dernière gelée blanche à glace du printemps à Genève a eu lieu le 10 avril. La première gelée blanche à glace de l'automne a déjà eu lieu le 16 octobre.

5° *Température du Rhône.*

Les *tableaux XI et XII* fournissent les documents habituels sur la température du Rhône, prise, comme antérieurement, vers midi, à la sortie du lac, sous le pont des Bergues, à une profondeur de 1 mètre au-dessous de la surface de l'eau.

(*A suivre.*)

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 21 novembre 1901.

J. Briquet. Système sécréteur dans la tige des Centaurées.

M. Briquet présente une *note sur la topographie du système sécréteur dans la tige des Centaurées.* — L'origine schizogène et la distribution des canaux sécréteurs corticaux et périmédullaires des Composées sont bien connus depuis les travaux de M. Van Tieghem [1].

Les canaux corticaux sont issus de la division cruciale d'une cellule mère, suivie de divisions radiales dans les cellules filles qui deviennent des éléments épithéliaux. Les cellules mères des canaux corticaux sont situées tantôt dans l'assise phloeotermique, tantôt dans les couches corticales extérieures à celle-ci. Cette distribution topographique des canaux sécréteurs corticaux a paru si constante aux anatomistes qui se sont occupés des Composées, qu'elle est indiquée comme un caractère général pour cette famille [2].

[1] Van Tieghem. Sur les canaux oléifères des Composées (*Bull. Soc. Bot. de Fr.*, XVIII, 1871); *Idem.* Sur la situation de l'appareil sécréteur dans les Composées (*Bull. Soc Bot. de Fr.*, XXX, 1883).

[2] Voy. Vuillemin. Tiges des Composées, p. 65 et suiv. (Paris 1884); Ph Van Tieghem. Traité de Botanique, I, p. 769; Solereder. Systematische Anatomie der Dikotyledonen, p. 520.

A l'occasion d'une monographie des Centaurées des Alpes maritimes, actuellement sous presse, nous avons étudié soigneusement une vingtaine d'espèces du genre *Centaurea* dont 17 nous ont paru organisées conformément à la règle de M. van Tieghem. Ce sont les *Centaurea Rhaponticum, conifera, Jacea, pectinata, Jordaniana, Aemilii, procumbens, uniflora, montana, Cyanus, collina, Cineraria, aplolepa, solstitialis* [1], *melitensis, Calcitrapa et sonchifolia.*

Dans plusieurs de ces espèces, examinées à l'état adulte, et chez lesquelles le phloeoterme prend tardivement des caractères endodermiques, on voit se réaliser le cas décrit par M. Vuillemin, dans lequel l'endoderme est refoulé extérieurement par le canal sécréteur très précoce, différencié bien avant cette assise [2]. On distingue alors sur une coupe transversale le canal pincé entre l'endoderme et le péricycle stéréique. M. Vuillemin admet que, dans ce cas, le canal est d'origine *phloeotermique* et que lorsque le phloeoterme prend des caractères endodermiques, le raccord entre les segments endodermiques *s'opère par la subérisation des éléments corticaux extérieurs aux canaux.* « L'endoderme, système de cellules plissées, ne coincide donc pas avec l'endoderme-région, fait jusqu'à présent unique chez les Phanérogames [3]. »

Nous sommes convaincu, contrairement à l'opinion de notre savant confrère de Nancy, que dans bien des cas les canaux qui occupent la situation que nous venons de décrire sont d'origine *péricyclique*, et qu'il n'y a dès lors pas lieu d'admettre la genèse, d'ailleurs fort possible, d'un endoderme extra-phloeotermique. Ce qui nous fortifie

[1] M. Vuillemin (Tige des Composées, p. 66) cite à tort le *C. solssitialis* parmi les Composées Cynarocéphales dépourvues de canaux sécréteurs corticaux. Ceux-ci existent constamment au nombre de 1-3 à la périphérie des faisceaux.

[2] Vuillemin. Remarques sur la situation de l'appareil sécréteur des Composées (*Bull. Soc. Bot. de Fr.*, XXXI, 1884); et Tige des Composées, p. 67, fig. 8.

[3] Vuillemin, *l. c.*, p. 67 et 68.

dans cette idée, c'est la découverte faite dans trois espèces de *Centaurea* de véritables canaux secréteurs péricycliques.

Chez le *Centaurea Scabiosa*, le péricycle sclérogène forme au dos des faisceaux de volumineux ilôts stéréiques entourés en général de 3 canaux sécréteurs. L'impaire (dorsal) occupe presque toujours une position encastrée dans le péricycle et adossée au phloeoterme. Les deux autres canaux (corticaux) sont très souvent *plongés dans le péricycle stéréique*, dont les fibres énormément sclérifiées les enveloppent de toute part. On ne saurait admettre qu'il s'agit là de canaux corticaux rattachés après coup au péricycle par une sclérification des éléments parenchymateux annexes. Le développement prouve bien l'origine péricyclique et d'ailleurs, même à l'état adulte, l'emploi de la chrysoïdine (qui colore en jaune d'or les stéréides péricycliques, et donne une teinte terre de Sienne aux éléments parenchymateux épaissis qui séparent les faisceaux) permet facilement de reconnaître l'emplacement péricyclique de ces canaux.

Le *Centaurea paniculata* var. *maculosa* présente une organisation tout à fait semblable. En général, les faisceaux angulaires sont flanqués de canaux encastrés dans le péricycle sclérogène suivant le mode décrit par M. Vuillemin. En revanche, dans les faisceaux qui occupent les faces de la tige, on voit les canaux latéraux et aussi le canal impaire placés à l'intérieur du péricycle sclérogène dont les stéréides l'enveloppent de toute part.

Enfin, le *C. aspera* possède des canaux sécréteurs à situation extrêmement variable. Il est facile de trouver dans une même section de tige des canaux purement corticaux, des canaux phloeotermiques et des canaux incontestablement péricycliques entourés de stéréides péricycliques.

On voit donc, d'après ce qui précède, que la règle posée par MM. Van Tieghem et Vuillemin est moins absolue qu'il ne le semblait. La position des canaux sécréteurs par rapport aux faisceaux est constante, mais l'emplacement topographique (écorce proprement dite, phloeoterme ou

péricycle) ne l'est pas. Cette indétermination n'a rien d'ailleurs qui puisse nous surprendre chez des plantes qui présentent d'autres anomalies bien plus importantes (faisceaux libéro-ligneux corticaux) sur lesquelles nous aurons à revenir ultérieurement. Ajoutons que l'existence des canaux sécréteurs n'a pas d'importance systématique. Ils existent, par exemple, chez le *C. Scabiosa* et manquent dans l'espèce voisine, le *C. collina*. D'autre part, ils ne sont pas constants chez les diverses variétés du *C. paniculata*.

Séance du 5 décembre.

J. Briquet. Observations sur le genre Physocaulos. — C. de Candolle. Hypoascidie foliaire chez un ficus.

M. Briquet fait à la Société une communication relative à un genre d'Ombellifères, *le genre Physocaulos*, dont la place et la valeur dans la classification ont été contestées. Il décrit l'organisation des fruits et des remarquables renflements que possède la tige. Etudiant les affinités des *Physocaulos* avec d'autres groupes voisins, en particulier les *Chaerophyllum*, avec lesquels on les a confondus, M. Briquet conclut en maintenant les *Physocaulos* comme genre distinct.

Passant ensuite à la famille des Labiées, l'auteur retrace l'histoire d'une plante litigieuse appartenant au genre *Mentha* et dont les affinités ont été longtemps méconnues. Bentham l'a signalée dans le *Prodromus* sous le nom de *Mentha dahurica* Fisch., mais en en donnant une description très inexacte qui a empêché de la reconnaître jusqu'à présent. C'est un type très distinct particulier à l'Asie orientale.

M. Briquet signale pour terminer quelques découvertes floristiques importantes. C'est d'abord une graminée, la *Poa Balfourii* Parn., nouvelle pour la chaîne des Alpes, découverte en deux points des Alpes Lémaniennes. On ne la connaissait jusqu'à présent que de la Grande-Bretagne, de la Norvège et d'un point des Carpathes. Ensuite, M. Bri-

quet annonce qu'il a découvert à la Chambotte (Jura savoisien) deux types provençaux nouveaux pour la Savoie, les *Piptatherum paradoxum* Beauv. et *Pterotheca nemausensis*.

M. C. de Candolle fait une communication relative à des *ascidies foliaires* d'un tout nouveau genre produites par une espèce encore indéterminée du genre Ficus, croissant dans le jardin royal de Calcutta.

M. le Major Prain, directeur de cet établissement, qui avait signalé le fait à M. de Candolle, a bien voulu lui faire parvenir quelques-unes de ces ascidies dont celui-ci a pu ainsi étudier la structure.

Elles sont constituées de telle manière que leur surface interne est formée par la face inférieure de la feuille, ce qui n'avait encore été constaté que pour les urnes des Dischidia et les bractées nectarifères des Marcgraviacées.

M. de Candolle désignera dorénavant les ascidies de cette catégorie par le terme d'*hypoascidies* pour les distinguer de celles, beaucoup plus communes, dont la surface interne est formée par la face supérieure de la feuille et qu'il appellera des *epiascidies*. Ces dernières se rencontrent comme caractère normal chez un petit nombre de plantes telles que les Sarracenia, les Cephalotus, les Nepenthes et quelques autres, mais elles se produisent accidentellement chez beaucoup d'espèces des familles les plus diverses. Au contraire les hypoascidies n'ont jusqu'ici jamais été observées comme cas tératologiques.

Il est probable que celles des Ficus en question sont de nature tératologique. Toutefois cela n'est pas certain, attendu que ces arbres ne produisant jamais que des feuilles en hypoascidies, il se pourrait que celles-ci fussent un caractère normal de l'espèce encore inconnue à laquelle ils appartiennent.

M. de Candolle montre une des feuilles qu'il a reçues de Calcutta. Elle est en forme d'entonnoir à rebord beaucoup plus court du côté inférieur que du côté supérieur. On constate à première vue, que c'est la face inférieure de la feuille, reconnaissable à ses nervures saillantes, qui cons-

titue la surface interne de l'entonnoir. L'examen microscopique des diverses régions de ces hypoascidies le confirme d'ailleurs pleinement, en montrant que leur surface interne assez velue, est abondamment pourvue de stomates, tandis qu'il n'y en a pas à la surface externe qui est presque glabre et munie d'un hypoderme qui manque au contraire à la face interne. En résumé ces hypoascidies de Ficus ressemblent tout à fait, dans de beaucoup plus grandes dimensions il est vrai, aux bractées en entonnoir des Marcgraviacées et c'est la première fois que ce genre de structure a été observé chez des feuilles proprement dites.

Séance du 19 décembre.

Ph.-A. Guye et L. Perrot. Ecoulement des liquides par gouttes. — J. Micheli. Influence de la température sur les indices de réfraction dans les parties invisibles du spectre. — A. Brun. Basalte du Stromboli et points de fusion des minéraux.

En poursuivant leurs études sur l'écoulement des liquides par gouttes [1], MM. Ph.-A. Guye et F.-Louis Perrot se sont attachés à examiner de plus près l'*influence de la vitesse d'écoulement et de la durée de formation des gouttes sur leur poids.*

Reprenant entre autres les expériences de M. G. Rosset [2] sur la variation du poids des gouttes avec la distance verticale *H* du niveau du liquide au-dessus de l'orifice d'écoulement, MM. Guye et Perrot ont constaté comme lui, mais seulement dans certaines conditions, l'existence d'un maximum dans le poids des gouttes.

Les mesures de M. Rosset n'ayant porté que sur une ou deux pipettes et sur trois tubes dont les dimensions ne sont pas indiquées, les auteurs ont jugé nécessaire d'en étudier un plus grand nombre, de diamètres extérieurs connus, en faisant varier aussi parfois le diamètre intérieur du même tube et en les choisissant de formes diffé-

[1] Voir *Archives*, *t.* XII, p. 225 et p. 345 (1901).

[2] *Bulletin Soc. Chim. de Paris.* XXIII, n° 7. (3e série) 1900.

rentes. Les expériences ont été faites non seulement avec l'eau mais aussi avec le benzène.

Les divers tubes à écoulement étaient ajustés au-dessous d'une longue burette volumétrique pouvant être remplie jusqu'à une hauteur H de 1500^{mm}. Au lieu de peser les gouttes, on comptait les nombres n des gouttes fournies par l'écoulement de portions égales chacune à 2^{cc}, prélevées successivement tout le long du tube à mesure que celui-ci se vidait. La durée d'écoulement t de chacune de ces portions était aussi notée. On mesurait chaque fois la distance H comprise entre l'orifice d'écoulement et le trait de jauge séparant les deux centimètres cubes. La précision sur t et H était assez grande ; sur n les erreurs pouvaient atteindre quelquefois $2\,^{0}/_{0}$. Au maximum sur les poids de gouttes correspondait évidemment un minimum sur leurs nombres, puisque les portions mesurées étaient toujours de même volume.

Les auteurs communiquent les tableaux renfermant les résultats qu'ils ont obtenus dans de nombreuses séries d'expériences, et en déduisent les remarques suivantes :

1° Lorsqu'il s'agit de tubes cylindriques dont le diamètre extérieur (mesuré dans le plan de l'orifice) est inférieur à 2^{mm} environ, le nombre n décroît d'abord très rapidement à partir d'une distance H où la veine liquide, après quelques perturbations, fait place à une succession régulière de gouttes distinctes, jusqu'à une autre distance pour laquelle n est minimum. Le niveau supérieur continuant à baisser, le nombre n recommence à augmenter, d'abord assez rapidement, puis reste stationnaire dans les limites de précision des expériences.

2° Si le tube est légèrement conique, le minimum est encore plus nettement accentué.

3° Avec des tubes cylindriques de diamètres supérieurs à 2^{mm} on n'a jamais constaté de minimum sur n. Ce nombre décroît d'abord très rapidement, puis plus lentement, et semble enfin rester stationnaire, avec de légères oscillations, de l'ordre des erreurs d'observation.

4° La pesée des gouttes, qui comporte un plus haut

degré de précision, montre que lorsque les durées de formation des gouttes sont de plus en plus longues, la phase définitivement stationnaire est toujours précédée d'une phase de décroissance du poids p, autrement dit de croissance du nombre n. On peut en conclure que n passe toujours par un minimum avant de rester stationnaire. Ce minimum est très peu accentué dans le cas des tubes de diamètre supérieur à 2^{mm}.

5° Les mêmes processus se reproduisent aussi bien avec le benzène qu'avec l'eau, malgré la très grande différence des tensions superficielles de ces deux liquides.

6° Si, conservant le même tube capillaire, on en diminue le débit soit en y introduisant une courte paille de verre, soit en entravant la rentrée de l'air dans la partie supérieure de la burette, les diverses hauteurs H ne correspondent plus aux mêmes n qu'auparavant tandis que les mêmes t ramènent toujours les mêmes n.

Exemple avec le benzène, en prenant 1^{cc} chaque fois.

Tube libre			Tube à débit diminué		
H	n	t	H	n	t
37^{mm}	46	75″	483^{mm}	46	74″

Le minimum sur n sera donc caractérisé par une valeur fixe de t, plutôt que par H, qui varie suivant les résistances de frottement ou de pression atmosphérique. Si ces résistances augmentent il faut une plus grande hauteur H de la colonne liquide pour amener les mêmes valeurs de t qu'auparavant.

7° Les auteurs ont aussi observé que les variations de n sont accompagnées de changements dans les formes qu'affectent les gouttes avant leur détachement. Ils se proposent de discuter ces questions plus à fond dans un mémoire détaillé.

M. F.-J. Micheli. *L'influence de la température sur les indices de réfraction des corps solides transparents* n'avait été étudiée jusqu'à aujourd'hui que pour la partie visible du spectre. L'auteur a étendu cette étude à la partie ultra-

violette du spectre et donne dans le présent travail les résultats obtenus pour les radiations visibles et ultra-violettes. Il a employé des prismes de sel gemme, de fluorine, de quartz et de calcite, et a procédé par voie photographique de la manière suivante :

Un prisme de la substance que l'on veut étudier est placé dans une étuve, laquelle est montable sur un spectromètre pourvu de deux objectifs achromatiques (quartz et spath fluor) pour lequel l'oculaire est remplacé par une chambre photographique. L'étincelle d'induction jaillissant entre deux électrodes de Cd, de Zn, d'Au ou d'Al, est concentrée sur la fente bilatérale du collimateur par une petite lentille de quartz ; de plus, une plaque excentrique pouvant tourner devant la fente permet d'en changer rapidement la hauteur.

Lorsque les lunettes, l'étuve et le prisme sont bien réglés, l'on faisait une première épreuve photographique à la température t_1 (température de la chambre) tandis que la hauteur de la fente, et par conséquent aussi la longueur des raies spectrales sur la plaque photographique, comportait $0{,}5^{mm}$. On faisait alors circuler de la vapeur d'eau dans l'étuve tout autour de l'espace vide central où se trouvait le prisme, pendant quatre heures environ, jusqu'à ce que ce dernier ait pris la température t_2. L'on exposait alors pour la seconde fois la plaque photographique aux radiations émanant de l'étincelle d'induction et traversant les objectifs et le prisme. Entre les deux épreuves faites l'une à la température t_1, l'autre à la température t_2, l'on avait eu soin de rendre la hauteur de la fente du collimateur égale à 1^{mm} au lieu de $0{,}5^{mm}$. Sauf cela, rien n'avait été changé à la position respective des différentes pièces de l'appareil. Ces raies longues, correspondant au spectre projeté par le prisme à la température t_2 seront quelque peu déplacées par rapport aux raies courtes qui correspondent au spectre projeté par le prisme à la température t_1, puisque les indices de réfraction et avec eux les déviations que subissent les radiations par leur passage au travers du prisme, varient avec la température.

Si l'on connait d'une part la petite distance dl comprise entre une raie longue et une raie courte correspondant à une même longueur d'onde, et d'autre part les indices de réfraction de la substance dont le prisme est formé pour les longueurs d'onde étudiées et à la température t_1, l'on peut par quelques calculs simples en déduire les variations Δn des indices de réfraction de la substance par degré centigrade d'élévation de température. Or les distances dl sont facilement mesurables à 1 ou 2 millièmes de millimètres près à la machine à diviser, et grâce aux

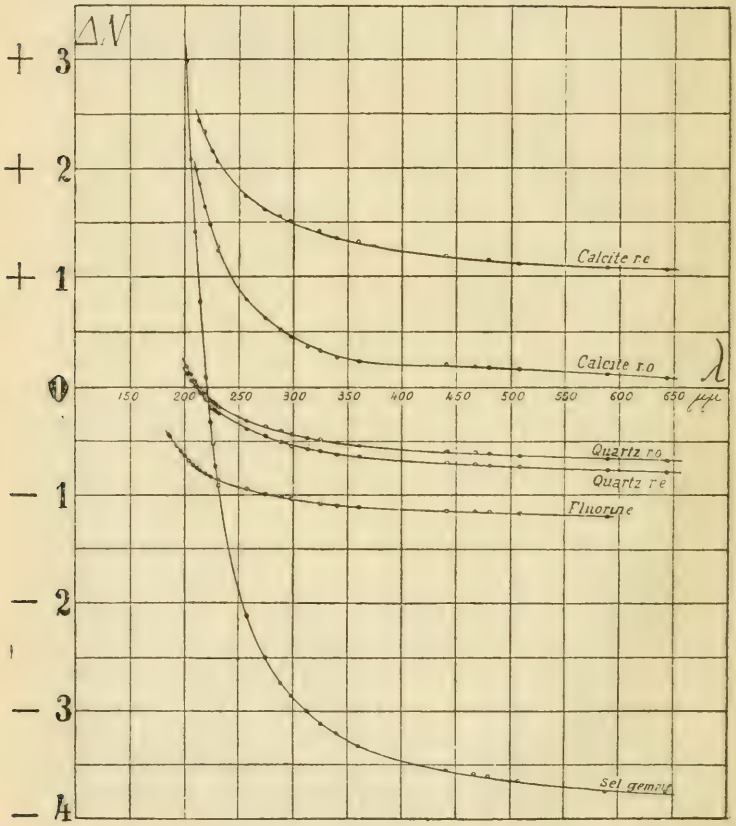


Fig. 1.

travaux de MM. Sarasin et Martens, les indices du sel gemme, de la fluorine, du quartz et de la calcite sont connus à la température t_1 pour les différentes longueurs d'ondes étudiées par l'auteur.

Les courbes de la fig. 1 donnent les variations ΔN des indices absolus (par rapport au vide) en fonction de la longueur d'onde λ. Ces courbes montrent que la relation existant entre ΔN et λ est la même pour les quatre substances étudiées, savoir au sens algébrique, un accroissement toujours plus rapide de ΔN à mesure que λ diminue, et cela que ΔN soit positif dans la partie visible du spectre (calcite), ou négatif (sel gemme, quartz, fluorine) ; dans ce dernier cas ΔN est nul pour une certaine longueur d'onde.

En se basant sur la théorie électro-magnétique de la dispersion et en faisant les deux hypothèses suivantes, l'on peut facilement déduire la relation existant entre ΔN et λ. Ces deux hypothèses sont :

1) La bande d'absorption élective de l'ultra-violet se déplace à mesure que la température s'élève du côté des longueurs d'ondes plus grandes ;

2) La constante diélectrique des ions dont les oscillations propres sont situées dans l'ultra-violet et y causent le phénomène de la dispersion anormale, diminue à mesure que la température s'élève.

M. A. Brun communique le résultat de ses recherches *sur la constitution du basalte du Stromboli* et *sur la détermination du point de fusion de quelques minéraux des laves.*

Basalte du Stromboli. — Il a été constaté 31 variétés de ce basalte, tant anciennes que modernes, variétés à différences peu accentuées et se rapportant toujours au type « Basalte à Labrador » $Ab_3 An_4$ », avec plus ou moins grande richesse en Péridot, Mica noir, Labrador, etc.

Le Labrador donne des extinctions de 33°-35° dans la zone de symétrie. Nm = 1,564 à 1,565 : face g^1 avec traces de p. a^1 a $^1/_2$ extinctions à 24°. Souvent zoné.

Le Basalte rejeté en fusion le 4 mars 1901 par le cratère, présente la composition suivante :

	Basalte fondu	Lapillis divers.
SiO_2	50,18	—
Al_2O_3	18,86	20,09
CaO	10,81	11,62
FeO	7,80	7,36
Fe_2O_3	0,48	0,88
MgO	3,54	3,80
TiO_2	1,10	0,77
P_2O_5	0,30	0,42
K_2O	2,05	2,28
Na_2O	4,92	3,30
Chlore	0,145	—
Vanadium V_2O_3	0,045	—
Manganèse	0,03 —	—
	100,26	
Oxygène à déduire	0,065	
	100,19	
Soufre	traces.	
Cuivre	traces.	

Il faut noter la richesse en K_2O.

Point de fusion de divers minéraux. — Le désir de connaître la température qu'avait la lave coulante rejetée par le Stromboli, a amené M. Brun à déterminer le point de fusion de divers minéraux : car une lave qui présente, étant encore fluide, certains cristaux de première consolidation nageant dans sa pâte, doit avoir à coup sûr une température plus basse que celle du point de fusion du minéral considéré.

Les expériences ont donné sur le point de fusion, les températures T :

Péridot de l'Eifel pauvre en fer	T = 1730°-1750 (voisin du point de fusion du platine.)
Anorthite du Japon	T = 1490° (id. du nickel)
Labrador (extinction 26° sur g[1])	T = 1370°
Albite de Viesch	T = 1250°
Orthose de Viesch Adulaire du col du Géant	T = 1270°
Leucite du Vésuve	T = 1410°
Augite du Stromboli	T = 1230°
Augite de l'Etna	T = 1230°

La lave projetée par le volcan contenant des cristaux d'augite, sa température, dans la cheminée supérieure, ne peut donc dépasser 1230°.

Ces recherches se poursuivent. Les résultats en seront publiés ultérieurement, ainsi que la description de la méthode d'expérimentation. Il suffira de dire, pour le moment, que le cristal en expérience est chauffé par rayonnement dans une enceinte complètement fermée et que, pour éviter tout contact avec les parois chaudes, il est porté en équilibre sur un mince pédoncule de platine.

—

BULLETIN SCIENTIFIQUE

MÉTÉOROLOGIE

R. Börnstein, professeur à l'École royale d'agriculture de Berlin. Leitfaden der Wetterkunde. Vieweg et fils, édit., Brunswick.

Cet ouvrage, où l'auteur décrit d'une manière résumée et facile à saisir les lois atmosphériques les plus importantes, est particulièrement approprié aux personnes dont les occupations sont liées à la connaissance du temps, telles que les agriculteurs, les marins, etc. Il permet à ceux-ci de tirer personnellement des pronostics météorologiques ou d'interpréter convenablement ceux des autres. En outre, il peut servir de guide aux instituteurs pour développer leur enseignement dans le domaine de la physique. Une partie du livre s'adresse tout spécialement aux météorologistes de profession, auxquels il fait connaître l'état du service météorologique dans les différents pays.

L'ouvrage est divisé en plusieurs chapitres étudiant à tour de rôle la température de l'air, son hygrométrie, les nuages, les autres météores aqueux, la pression atmosphérique, les vents, les modes de prévision du temps et le service météorologique général. Il comprend également un index bibliographique très complet permettant de remonter aux sources chaque fois qu'il s'agit de posséder sur tel ou tel sujet les connaissances les plus détaillées.

Ce guide, avec ses superbes planches coloriées, mérite de sérieux éloges pour sa bienfacture, et il a sa place marquée dans la bibliothèque de tous ceux qui s'intéressent, pour une raison ou pour une autre, aux phénomènes atmosphériques.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

A. Herzen. Contributions a la physiologie de la digestion. I. Influence de quelques agents nutritifs sur la quantité et la qualite du suc gastrique (*Pflüger's Arch.*, 84, 101-14. 5/3, Lausanne).

En collaboration avec F. Potapow, l'auteur démontre que les substances pepsinogènes sont aussi accélératrices de la sécrétion gastrique, et que l'inverse a également lieu. La dextrine est surtout pepsinogène, l'extrait de viande de Liebig surtout accélérateur de la sécrétion de la muqueuse stomacale. Si on introduit ce dernier non dans l'estomac, mais dans le rectum, la teneur du suc gastrique en pepsine augmente, tandis que son quantum reste le même. Si la dextrine est absorbée par la voie œsophagienne, on constate une augmentation simultanée de la teneur en pepsine du suc gastrique et de la quantité totale de ce liquide.

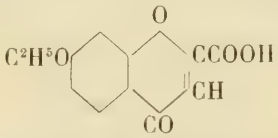
A. Herzen. Contributions a la physiologie de la digestion. II. Sur le rôle de la rate dans la formation de la trypsine (*Pflüger's Arch.*, 84, 115-29, 5/3, Lausanne).

En se basant sur des recherches anciennes de Schiff, ainsi que sur des expériences personnelles, l'auteur pense que la rate secrète intérieurement une substance encore inconnue qui jouit de la propriété de convertir la protrypsine en trypsine.

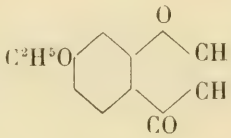
St. von Kostanecki, L. Paul et J. Tambor. Synthèse de la 3-Oxychromone (*Berichte*, t. XXXIV, p. 2475. Berne).

Schall et Dralle ont reconnu qu'un produit d'oxydation de la brésiline était constitué par le 3-oxychromonol : il était donc intéressant en vue d'une future synthèse de la brésiline et de l'hématoxyline d'étendre le champ de nos connaissances dans le groupe de la chromone. Les auteurs se

sont proposé en particulier de préparer la 3-oxychromone. En condensant l'éther monoéthylique de la résacétophénone en présence de sodium métallique avec l'éther diéthylique de l'acide oxalique ils ont obtenu *l'éther éthylique de l'acide 4 éthoxy-2-oxy-benzoylpyrotartrique* $(C^2H^5O)^{(4)}(OH)^{(2)}C^6H^3.CO.CH^2.CO.COOC^2H^5$ qui cristallise en prismes, F 99-100° et dont la solution alcoolique est colorée par $FeCl^3$ en rouge sale. Cet éther bouilli avec HCl se transforme en *acide 3-éthoxychromone-β-carbonique*



qui cristallise dans l'alcool en aiguilles prismatiques, F 234°. Chauffé à son point de fusion, l'acide ainsi obtenu dégage de l'acide carbonique pour se transformer en *3-éthoxychromone*

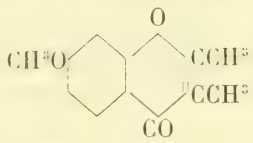


Ce dérivé qui cristallise dans l'alcool étendu en longues aiguilles, F 120-121°, perd son groupe éthyle par l'action prolongée de HJ de D = 1.9, à chaud, pour donner la 3-*oxychromone*. Le produit ainsi obtenu cristallise dans l'eau en aiguilles blanches, F 218° ; il est facilement soluble dans la lessive de soude.

St. von Kostanecki et L. Lloyd. Recherches dans le groupe de la chromone (*Berichte*, t. XXXIV, p. 2942, Berne).

Dans le but de déterminer la constitution des produits décrits précédemment par Nagai, les auteurs ont étudié

l'action de l'anhydride acétique et de l'acétate de sodium sur l'éther monoéthylique de la propionylrésorcine ainsi que l'action de l'éther éthyl-acétique sur l'éther diéthylique. Dans le premier, cas ils ont obtenu la *3-éthoxy-α-β-diméthylchromone* qui fond à 124° et se dissout dans H^2SO^4 conc. avec une fluorescence violet-bleu. Ce composé bouilli pendant quelque temps avec HJ conc. se transforme en une combinaison soluble dans les alcalis, la *3-oxy-α-β-diméthylchromone* qui cristallise dans l'alcool en jolis prismes rhombiques, F = 262°, solubles dans H^2SO^4 conc. avec une fluorescence bleu-violet et dont le *dérivé acétylé* est en longues aiguilles, F 116°. En chauffant avec l'iodure de méthyle en présence de potasse caustique, la solution alcoolique de l'oxydiméthylchromone, on obtient son éther méthylique la *3-méthoxy-α-β-diméthylchromone*



qui est en aiguilles fusibles à 126-127° et est identique au déhydrométhylacétylpéonol de Nagai. En faisant réagir l'éther éthylacétique sur l'éther diéthylique de la propionylrésorcine en présence de sodium granulé, les auteurs ont préparé la *2.4 diéthoxy-benzoyl-méthylacétone* qui se présente sous la forme de feuillets blancs, fusibles à 72°,5 et dont la solution alcoolique n'est pas colorée par $FeCl^3$. Cette β dicétone bouillie pendant une heure avec HJ fournit la 3-éthoxy-α-β-diméthylchromone identique au composé dont il a été question plus haut et bouillie plus longtemps, la 3-oxy-α-β- diméthylchromone.

Enfin les auteurs ont examiné comment se comportait à la méthylation la 2.4-diéthoxy-benzoylacétone et ils ont trouvé que le produit obtenu la *2.4 diéthoxy-benzoylmethylacetone* F 72°,5 était identique à celui qui se forme lorsqu'on fait réagir l'éther éthylacétique sur l'éther diéthylique de la propionylrésorcine.

A. Werner et J. Kunz. Sur les phénanthrylamines (*Berichte,* XXXIV, p. 2524, Zurich).

Les auteurs ont préparé deux phénanthrylamines en chauffant sous pression à 200-220° les phénanthrols correspondants, avec un mélange d'ammoniaque aqueuse et de chlorhydrate d'ammoniaque. La *3-phénanthrylamine* est en feuillets nacrés, F 143° ; elle est soluble dans HCl étendu et son chlorhydrate cristallise en petits cristaux feuilletés. C'est la *modification* α, car chose curieuse si l'on saponifie par HCl en solution alcoolique ou par l'acide acétique cristallisable le dérivé acétylé, on obtient une autre *modification* β de 3-phénanthrylamine qui cristallise dans la ligroïne en feuillets, F 87°,5 très facilement solubles dans l'alcool, moins facilement dans le xylène. Le dérivé acétylé lui-même a été préparé en chauffant en tube scellé à 280-300°, pendant neuf heures le 3-phénanthrol avec un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et d'acide acétique cristallisable. Il fond à 200-201° et cristallise en feuillets blancs. En acétylant les deux modifications α et β de la 3-phénanthrylamine on obtient le même dérivé et en saponifiant le dérivé acétylé préparé avec la modification α il se forme la base β.

La *2-phénanthrylamine* dont le chlorhydrate est une poudre cristalline a été préparée par saponification du dérivé acétylé obtenu lui-même en partant de l'oxyphénanthrène F 169°. Il cristallise dans le xylène en feuillets blancs et brillants, F 225-226°, facilement solubles dans l'acide acétique cristallisable, l'alcool et le xylène, peu solubles dans la ligroïne. La base elle-même est en cristaux jaunâtres. F 85°. F. R.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

Sous ce titre, les *Archives*, devenues l'organe officiel de la *Société suisse de Chimie*, donneront dorénavant une liste complète de tous les travaux de chimie faits dans notre pays, ainsi que des thèses, ouvrages et autres publications dont les titres seront parvenus à la connaissance de la Rédaction. Cette liste sera autant que possible tenue régulièrement à jour et paraîtra mois par mois dans tous les numéros du journal. Nous avons cependant cru bien faire en commençant ce répertoire avec l'année 1901 et nous publierons exceptionnellement dans ce numéro et dans le suivant les données concernant l'année toute entière.

La Rédaction sera reconnaissante à toutes les personnes qui voudront bien contribuer à rendre ces listes aussi complètes que possible en lui communiquant les titres des publications qui auraient pu lui échapper (comptes rendus des sociétés locales, articles parus dans des journaux peu répandus, etc.) ainsi que tout renseignement relatif à l'activité chimique en Suisse.

1901

Janvier

1. Bach (A.) Sur les peroxydes supérieurs d'hydrogène. Genève. — *Mon. scient.* **15.** (I) 25.
2. Bamberger (Eug.) Ueber den Mechanismus der Umlagerung

von Arylhydroxylaminen in Amidophenole. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 61.

3. Bamberger (Eug.) und Demuth (Ed.) Ueber Nitrirung der Mesitylensäure. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 27.
4. Bamberger (Eug.) und Leyden (Paul). Weitere Beiträge zur Kenntniss des Dimethylanilinoxyds. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 12.
5. Bilite (B.) Recherches snr la désoxybenzoïne et la dibenzylcétone. *Thèse*. Genève. (Prof. Græbe).
6. Bloch (Moriz). Synthesen einiger Chromonderivate. *Dissert*. Bern. (Prof. v. Kostanecki).
7. Constam (E.-J.) und Bennett (J. Cora). Zur Kenntnis der Hyperborate. Zürich. *Z. anorg. Ch.* **26**. 451.
8. Dutoit (Constant). Sur le spectre infra-rouge des dissolutions d'iode. Lausanne. — *Bull. de la Soc. vaudoise des Sc. nat.*
9. Gnehm (R.) und Gausser (Aug. W.-E.) Ueber gallaminsäurederivate. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *J. prakt. Ch.* **63**. 77.
10. Goldberg (Salomon). Zur Kenntniss der Benzazoxazine. *Dissert*. Zürich. (Prof. Werner).
11. Humphrey (Edith). Ueber die Bindungsstelle der Metalle in ihren Verbindungen. *Dissert*. Zürich. (Prof. Werner).
12. Kostanecki (St. v.) und Rozycki (A.) Ueber eine Bildungsweise von Chromonderivaten. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 102.
13. Kostanecki (St. v.) und Steuermann (F.) Ueber das 1,3,3'-Trioxyflavon. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 109.
14. Levinstein (Herbert). Ueber die Einwirkung von Diazobenzol auf Nitromethan. *Dissert*. Zürich. (Prof. Bamberger).
15. Levy (Albert). Recherches sur un nouvel isomère de la rosinduline. *Thèse*. Genève. (Dr Kehrmann).
16. Lorenz (E.) Ueber die Ausbildung des Elektrochemikers. (Halle 1901). Zürich.
17. Misslin (Emile). Sur quelques dérivés du trinitro-α-naphtol. *Thèse*. Genève. (Dr Kehrmann).
18. Nietzki (R.) und Dietschy (Richard). Ueber Tetranitrobenzol, Dinitrosodinitrobenzol und Trinitrophenylhydroxylamin. Basel. Nietzki's Lab. — *Berichte* **34**. 55.
19. Oenicke (Hans). Versuche zur Synthese des Apigenins. *Dissertation*. Bern. (Prof. v. Kostanecki).
20. Peters (Walter). Ueber die Einwirkung von Phenylhydrazin auf 1, 2, 4.-Chlornitrobenzoësäure. *Dissert*. Zürich. (Prof. Werner).
21. Pluss (Otto). Recherches sur les acides α-sulfo, α-oxy et α-nitrophtaliques. *Thèse*. Genève. (Prof. Græbe).

22. Rossel (A.) und Landriset (E.) Analyse und Reinigung des Acetylens. Solothurn und Genf. — *Zeitschr. für angew. Ch.* **14**. 77.
23. Siegrist (Jos.) Ueber die Geschwindigkeit der elektrolytischen Abscheidung von Kupfer bei Gegenwart von Schwefelsäure. Zürich. Elektrochem. Lab. des Polytechn. — *Dissertation* und *Zeitschr. anorg. Ch.* **26**. 273.
24. Suchy (Robert). Ueber pyrochemische Daniell-Ketten. *Dissertation.* Zürich. (Prof. Lorenz).
25. Treadwell (F.-P.) Zur Trennung des Zinks von Nickel und Kobalt. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **26**. 104.
26. Treadwell (F.-P.) Zur qualitativen Nachweisung des Kobalts nach Vogel. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **26**. 108.
27. Valencien (Charles). Contributions à l'étude de la migration des doubles liaisons quinoniques dans les composés de l'azonium. *Thèse.* Genève. (Dr Kehrmann).
28. Vesely (Victor). Contributions à l'étude des matières colorantes thiaziniques. *Thèse.* Genève. (Dr Kehrmann).
29. Wolf (Hugo). Studien über Phloroglucinæther und deren Condensationsprodukte. *Dissertation.* Bern. (Prof. v. Kostanecki).

Février

1 *bis.* Bach (A.). Sur les peroxydes supérieurs d'hydrogène. Genève. — *Arch. des Sc. phys. et nat.* **11**. 128.
30. Bamberger (Eug.) und Grob (Jac.) Ueber die Einwirkung von Natriummethylat auf Phenylnitroformaldehydrazon und die Oxydation des Benzaldehydrazons. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 523.
31. Bamberger (Eug.) und Grob (Jacob). Ueber das Verhalten des Phenanthrenchinons gegen Phenylhydrazin. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 533.
32. Bamberger (Eug.) und Grob (Jacob). Ueber das Acetylamidrazon. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 539.
33. Bamberger (Eug.) und Rising (Adolf). Ueber die Einwirkung von p-Toluolsulfinsäure auf Nitrosobenzol. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 228.
34. Bamberger (Eug.) und Rising (Adolf). Ueber die Einwirkung von p-Tolylsulfinsäure auf β-Phenylhydroxylamin. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 241.
35. Blumstein (Jeruchim). Ueber des 2,3'-Dioxyflavon. *Dissert.* Bern. (Prof. v. Kostanecki).
36. Goldschmidt (Carl). Ueber die Einwirkung von Formaldehyd auf p-Formylphenetidin. Genf. — *Chem. Zeitung* **25**. 178.

37. Græbe (C.) Guide pratique pour l'analyse quantitative. 2me édition. Genève.
38. Kreis (Hans) und Grob (Armin). Zur Kenntnis einiger Speiseöle. Basel-Stadt. Lab. des Kantons-Chemikers. — *Schweiz Wochenschrift Pharm.* **39**. 88.
39. Ott (Emile). Sur une nouvelle isorosinduline. *Thèse*. Genève. (Dr Kehrmann).
40. Pictet (Amé) et Athanasesco (Basile). Synthèse partielle de la laudanosine. Genève. Lab. de ch. pharm. de l'Univ. — *Arch. des Sc. phys. et nat.* **11**. 113.
41. Tetmajer (L.) Methoden und Resultate der Untersuchung des Aluminiums und seiner Abkömmlinge. Zürich 1901.
42. Tschirch (A.) und Hiepe (E.) Beiträge zur Kenntnis der Senna. Bern. — *Schweiz. Wochenschr. Pharm.* **39**. 55.
43. Wildt (Heinrich). Zur Kenntnis der drei Chlorbenzaldehyde. Freiburg. *Dissert.* und *Mitt. der Naturf. Ges. in Freiburg* **1**. 65.

Mars

44. Amrhyn (Heinrich). Zur Kenntnis des 3-Oxyflavons. *Dissert.* Bern. (Prof. v. Kostanecki).
45. Bamberger (Eug.) und Schmidt (Otto). Ueber das Phenylhydrazon des Nitroformaldehyds. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 574.
46. Bindschedler (Emil). Ueber Oxalatoaquotriamminkobaltsalze und komplexe Triamminkobaltiakverbindungen. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner).
47. Bunge (G. v.) Der wachsende Zuckerconsum und seine Gefahren. Basel. — *Zeitschr. Biol.* **41**. 155.
48. Butkewitsch (Wl.) Ueber das Vorkommen eines proteolytischen Enzyms in gekeimten Samen und seine Wirkung. Zürich Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **32**. 1.
49. Forgan (W. Russell). Recherches sur quelques sulfones et sulfures aromatiques. *Thèse*. Genève. (Dr Ullmann).
50. Græbe (C.) Ueber Darstellung von Chlor aus Natriumchlorat und über Gewinnung von Phosphortrichlorid. Genf.Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 645.
51. Herzen (A.) Einfluss einiger Nahrungsmittel und-stoffe auf die Quantität und Qualität des Magensaftes. Lausanne. Physiol. Inst. — *Pflüger's Archiv* **84**. 101.
52. Herzen (A.) Aelteres, Neueres und Zukünftiges über die Rolle der Milz bei der Trypsinbildung. Lausanne. Physiol. Inst. — *Pflüger's Archiv* **84**. 115.
53. Iwanoff (M.) Ueber die Frage, ob in den Pflanzen bei Lichtabschluss Eiweiss stoffe sich bilden. Zürich.Agrik.-chem. Lab. des Polytechn. — *Landw. Vers.-Stationen* **55**. 78.

54. Kolb (Heinz). Chemische Untersuchung der Eier von Rana temporaria. *Dissert.* Zürich. (Prof. Gaule).
55. Kowalski (Joseph de) et Tomartschenko (Paul). Influence des sels sur le pouvoir rotatoire des sucres. Fribourg. Inst. de physique de l'Univ. — *Arch. des Sc. phys. et nat.* **11**, 294.
56. Nietzki (R.) Chemie der organischen Farbstoffe. 4e Aufl. (Berlin 1901). Basel.
57. Oswald (A.) Zur Kenntnis des Thyreoglobulins. Zürich. Chem. Lab. der med. Klinik. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **32**. 121.
58. Pictet (Amé) und Rotschy (A.) Ueber neue Alkaloïde des Tabaks. Genf. Chem.-pharm. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 696.
59. Radzikowski (C.) Ein rein safttreibender Stoff. Lausanne. Physiol. Inst. — *Pflüger's Archiv* **84**. 513.
60. Rœder (Paul). Recherches sur l'oxime et la phénylhydrazone de la xanthone. *Thèse.* Genève. (Prof. Græbe).
58 *bis.* Rotschy (Arnold). Sur trois nouveaux alcaloïdes du tabac. *Thèse.* Genève. (Prof. Pictet).
61. Schaffer (F.) und Schütz (J.) Zuckerbestimmung in der condensirten Milch. Bern. Lab. des Kantons-Chemikers. — *Schweiz Wochenschr.* **39**. 144.
62. Schaffer (F.) und Schütz (J.) Ueber die Leuchtkraft des Petroleums. Bern. Lab. des Kantons-Chemikers. — *Schweiz. Wochenschr.* **39**. 162.
63. Schulze (E.) Rückbildung der Eiweissstoffe aus deren Zerfallsprodukten in der Pflanze. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Landw. Vers.-Stationen* **55**. 33.
64. Schulze (E.) Ueber die Bildungsweise des Asparagins in den Pflanzen. Zürich. Agr.-Chem. Lab. des Polytechn. — Landw. *Jahrb.* **30**. 287.
65. Sienicki (Tadeusz). Kondensationen von Opian-und Bromopiansäure mit Cyanessigsäure und Derivaten der letzteren. Freiburg. *Dissert.* und *Mitt. der naturf. Ges. in Freiburg* **1**. 109.
55 *bis.* Tomartschenko (Paul). Zur Kenntnis der Einwirkung von Salzzusätzen auf das Drehungsvermögen von Zuckerlösungen. *Dissert.* Freiburg. (Prof. v. Kowalski).
66. Tschirch (A.) und Niederstadt (B.) Ueber den neuseeländischen Kauri-Busch-Copal von Dammara australis. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Arch. der Pharm.* **239**. 145.
67. Wassilieff (N.-J.) Die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Samen und der Keimpflanzen von Lupinus albus. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Landw. Vers.-Stationen* **55**. 45.

Avril

68. Berl (Ernst). Untersuchungen über Kobaltammoniakverbindungen. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner).
69. Bistrzycki (A.) und Herbst (C.) Ueber einige aliphatische γ- und aromatische o-Aldehydosäuren. Freiburg. I Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **34**. 1010.
70. Bistrzycki (A.) und Czamanski (W.) Kondensationen von o-Aldehydosäuren mit Acetessigester und mit einigen Ketonen. Freiburg.— *Mitt. der naturf. Ges. in Freiburg* **1**. 155, und *Dissert.* des Hn. Czamanski.
71. Cloetta (M.) Zur Kenntnis der Darstellung und Zusammensetzung der Digitalisglucoside. Zürich. — *Arch. exp. Pathol. und Pharmakol.* **45**. 435.
72. Duparc (Louis) et Leuba (Auguste). Chimie analytique quantitative, méthodes volumétriques. Un vol. Genève.
73. Goldschmidt (C.) Ueber ein neues Anästheticum. Genf. — *Chem. Zeitung* **25**. 329.
74. Guye (Ph.-A.) et Perrot (F.-Louis) Etude critique sur l'emploi du compte-gouttes pour la mesure des tensions superficielles. Genève. Lab. de chimie phys. de l'Univ. — *Arch. des Sc. phys. et nat.* **11**. 225 et 345.

74 *bis*. Guye (Ph.-A.) et Perrot (L.) Mesure rapide des tensions superficielles. Genève. Lab. de chim. phys. de l'Univ. — *Comptes rendus* **132**. 1043.

75. Guye (Philippe-A.) Optical Activity of certain Ethers and Esters. Geneva. — *J. chem. Soc.* **79**. 475.
76. Heffter (A.) Das Verhalten der Kakodylsäure im Organismus und ihr Nachweis im Harn Bern. Inst. für pharm. und med. Chemie. — *Schweiz. Wochenschr.* **39**. 193.

69 *bis*. Herbst (Carl). Vergleichende Studien über einige aliphatische γ- und aromatische o-Aldehydosäuren. *Dissert.* Freiburg. (Prof. Bistrzycki).

77. Kreis (Hans). Ueber Jodzahlbestimmungen nach Wijs. Basel. Lab. des Kantons-Chemikers. — *Schweiz. Wochenschr.* **39**. 213.
78. Mark-Schnorf (F.-R.) Zwei pepsinbildende Stoffe. Lausanne. Physiolog. Univers.-Lab. — *Pflüger's Arch.* **85**. 143.
79. Næf (E.) Nouvelles synthèses dans la série de l'acridine. *Thèse.* Genève. (Dr Ullmann).

58 *bis*. Pictet (Amé) et Rotschy (A.) Sur trois nouveaux alcaloïdes du tabac. Genève. Lab. de chimie pharm. de l'Univ. — *Comptes rendus* **132**. 971.

80. Tschirch (A.) und Klaveness (J.) Ueber die Natalaloë. Bern. Pharm. Inst. der Univ.— *Archiv der Pharm.* **239**.231.
81. Tschirch (A.) und Niederstadt (B.) Ueber das Harz von

Pinus silvestris. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Arch. der Pharm.* **239**. 167.

82. VEILLON (Louis). Zur Kenntnis des m-Oxyphenyl-p-Tolylamins. *Dissert.* Zürich. (Prof. Gnehm).

Mai

83. BAMBERGER (Eug.) und DEMUTH (Ed.). Studien über orthoamidirte Benzaldoxime. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **34**. 1309.
84. BAMBERGER (Eugen) und RISING (Adolf). Einfluss von Methyl auf die Reactionsgeschwindigkeit der Arylhydroxylamine. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Liebig's Annalen* **316**. 257.
85. BAMBERGER (Eugen) und RISING (Adolf). Ueber 2,6-Dimethylphenylhydroxylamin und 2,6-Dimethylnitrosobenzol. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Liebig's Annalen* **316**. 292.
86. BEBIE (Julius). Beiträge zur Kenntniss der Nitrocellulosen. *Dissert.* Zürich. (Prof. Lunge).
87. BERG (Hans von). Ueber einige Derivate des β-Alanins. *Dissert.* Basel. (Dr Pauly).
88. BERNOULLI (A.) und GRETHER (E.). Ueber Nickelcyanürammoniak. Basel. Chem. Inst. der Univ. — *Chem. Zeitung* **25**. 436.
89. EICHLER (Josef). Beiträge zur Kenntnis der Flavinduline. *Dissert.* Genf. (Dr Kehrmann).
90. FREI (Johannes). Beiträge zur Kenntnis der Arylazo-acetaldoxime. *Dissert.* Zürich. (Prof. Bamberger).
91. GOLDSCHMIDT (Carl). Ueber das Phenetidid der Camphorsäure. Genf. — *Chem. Zeitung* **25**. 445.
92. GOPPELSRÖDER (Friedrich). Capillaranalyse beruhend auf Capillaritäts-und Absorptions-Erscheinungen. Basel 1901.
93. GUYE (Philippe-A.) Notes sur les dérivés amyliques actifs. Genève. Lab. de chimie phys. de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chim.* **25**. 544
94. HALVORSEN (Birger Fjeld). Ueber Hydrazonsäuren. *Dissert.* Freiburg.
95. HIRSCH-GEREUTH (Gabriel von). Untersuchung über die Löslichkeit einiger oxalsaurer Salze. *Dissert.* Genf (Dr Rüst).
96. HIRSCH (Sylvain). Bromierungsapparat. Basel. Chem. Inst. der Univ. — *Chem. Zeitung* **25**. 437.

89 *bis*. KEHRMANN (F.) und EICHLER (J.) Ueber Nitro-und Amino-Flavinduline. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 1210.

97. KEHRMANN (F.) und GUGGENHEIM (B.) Zur Kenntniss der Fluorindine. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 1217.

98. Kehrmann (F.) und Hiby (W.) Ueber Chlorderivate von Azonium - Farbstoffen I. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1085.
99. Kehrmann (F.) und Müller (H.) Ueber Chlorderivate von Azonium-Farbstoffen II. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1095.
100. Kehrmann (F.) und Krazler (S.) Ueber Chlorderivate von Azonium-Farbstoffen III. Genf Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1102.
17 *bis.* Kehrmann (F.) und Misslin (E.) Ueber die Constitution des Isorosindulins nº 8 und einige Derivate des Trinitro-α-naphtols Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1224.
101. Litterer (Gustav). Ueber Oxyarylphtalide. *Dissert.* Freiburg.
102. Lorenz (R.) Elektrochemisches Praktikum (Göttingen 1901). Zürich.
86 *bis.* Lunge (G.) und Bebie (J.) Beiträge zur Kenntnis der Nitrocellulosen. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. für angew. Chemie* **14.** 483, 507, 537, 561.
103. Melcher (Max). Ueber die Einwirkung von Kohle und Schwefel auf die Sulfate des Natriums, Kaliums und Aluminiums. *Dissert.* Bern. (Prof. Friedheim).
99 *bis.* Müller (H.) Ueber Azoniumverbindungen aus Chlormethyl-o-Phenylendiamin. *Dissert.* Genf. (Dr Kehrmann).
104. Rex (Paul von). Beiträge zur Kenntnis der Vanadate des Natriums. *Dissert.* Bern. (Prof. Friedheim).
105. Seifart (Alfred). Synthese des 2,2'-Dioxyflavons. *Dissert.* Bern. (Prof. v. Kostanecki).
106. Stünzi (Robert). Beitrag zur Kenntniss der Diacidotetramminkobaltiake. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).
24 *bis.* Suchy (R.) Ueber pyrochemische Daniellketten. Zürich. Elektrochem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **27.** 152.
107. Tschirch (A.) und Klaveness (J.) Ueber die Ugandaaloë. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **239.** 241.
108. Ullmann (F.) und Pasdermadjian (G.) Ueber eine neue Synthese aromatischer Sulfone. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1150.

Juin

109. Asher (Leon) und Jackson (Holmes C.) Ueber die Bildung der Milchsäure in Blute. Bern. Physiol. Univ.-Inst. — *Zeitschr. Biol.* **41.** 393.
110. Bach (A.) Ueber die Einwirkung von wasserfreier Schwefelsäure auf trocknes Kaliumpersulfat. Genf. Privatlab. — *Berichte* **34.** 1520.

111. CONNE (F.) Un vin de Neuchâtel anormal. Neuchâtel. Lab. cant. — *J. suisse de Chim. et de Pharm.* **39.** 294.
112. DILLER (E.) und KOSTANECKI (St. von). Zur Synthese des Luteolins. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1419.
113. FICHTER (Fr.) und SCHEUERMANN (Beda). Condensationsprodukte aus Furol und Bernsteinsäure. Basel. Univ.-Lab. *Berichte* **34.** 1626.
114. GNEHM (R.) und SCHEUTZ (Th.) Ueber alkylirte Amidobenzolsulfosäuren und Metaamidophenole. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *J. für prakt. Chemie* **63.** 405.
115 GRÆBE (C.) Ueber eine directe Bildungsweise aromatischer Amine aus den Kohlenwasserstoffen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1778.
116. GUYE (Ph.-A.) et BAUD (Achille). Contribution à l'étude de la polymérisation des liquides organiques. Genève. Lab. de chimie phys. de l'Univ. — *Arch. des Sc. phys. et nat.* **11.** 449 et 537, et *thèse* de M. Baud.
116 *bis.* GUYE (Ph.-A.) et BAUD (A.) Constantes capillaires de liquides organiques. Genève. Lab. de chimie phys. de l'Univ. — *Comptes rendus* **132.** 1481 et 1553.
117. KERGER (Ludwig). Ueber eine isomere Pikrinsäure. *Dissert.* Basel. (Prof. Nietzki).
118. KEHRMANN (F.) Ueber Azoxonium-Verbindungen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1623.
119. KLEIBER (A.) Ueber Bestimmung der flüchtigen Säuren und der Chloride im Weine. Zürich. Lab. des Kantons-Chemikers. — *Schweiz. Wochenschr.* **39.** 295.
120. KOSTANECKI (St. von) und TAMBOR (J.) Ueber das 3'-Oxyflavon. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1690.
121. KOSTANECKI (St. von) und TAMBOR (J.) Synthesen in der Chromongruppe. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1693.
122. KOSTANECKI (St. von) und WEBEL (F.) Ueber ein Isomeres des Apigenins. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1454.
123. NUESCH (Paul). Recherches dans la série des rosindulines. *Thèse.* Genève. (Dr Kehrmann).
124. RODATZ (Wilhelm). Ueber Fluoresceïn und einige Derivate. *Dissert.* Basel. (Prof. Nietzki).
125. RÜBEL (Eduard-A.) Ueber Derivate des p-Tolyl-α-Naphtylamins. *Dissert.* Zürich. (Prof. Gnehm).
113 *bis.* SCHEUERMANN (Beda). Ueber die Kondensation von Furol mit Bernsteinsäure. *Dissert.* Basel. (Dr Fichter).
114 *bis.* SCHEUTZ (Thor) Ueber alkylirte Amidobenzolsulfosäuren und Metamidophenole. *Dissert.* Zürich. (Prof. Gnehm).
126. SCHULZE (E.) Zusammensetzung einiger Koniferensamen. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Landw. Vers. Stationen* **55.** 267.
127. STEINEGGER (Rudolf). Die Salzsteine, ihre chemische

Zusammensetzung, Bildung und Verhütung. *Dissert.* Bern. Molkereischule Rütti-Zollikofen.

128. STEINMANN (Albert). Sur quelques dérivés du pyrrol. *Thèse.* Genève. (Prof. Pictet).

129. THEILER (Karl). Ueber die Oxydation aromatischer Alkyloxyaldehyde und Alkyloxyketone zu den entsprechenden Säuren. *Dissert.* Bern.

130. WERNER (Alf.) Ueber stereoisomere Kobaltverbindungen. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 1705.

131. WERNER (Alf.) Ueber 1.6-Chloronitritodiaethylendiaminkobaltsalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 1733.

132. WERNER (Alf.) und GERB (L.) Ueber 1-2-Chloronitritodiæthylendiaminkobaltiverbindungen. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 1739.

133. WERNER (Alf.) und GUBSER (Al.) Ueber die Hydrate des Chromchlorids. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 1579.

11 *bis*. WERNER (Alf.) und HUMPHREY (Ed.) Ueber stereoisomere Dinitritodiaethylendiaminkobaltsalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 1719.

134. WIDMER (Benno). Eine neue Furansynthese. *Dissert.* Zürich. (Dr Feist).

Juillet

135. AUERBACH (G.) Ueber die Elektrolyse von geschmolzenen Jodblei und Chlorblei. Zürich. Elektrochem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* 28. 1.

136. BAMBERGER (Eugen) und DEMUTH (Ed.) Synthese des Orthoazidobenzaldehyds. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 34. 2292.

137. BAMBERGER (Eug.) und GROB (Jac.) Zur Kenntniss des Benzaldehydphenylhydrazons. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 34. 2017.

138. BAMBERGER (Eug.) und SCHEUTZ (Thor). Ueber Oxydation aromatischer und aliphatischer Aldoxime. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 34. 2023.

139. BAMBERGER (Eug.) und SCHEUTZ (Thor). Ueber die Oxydation des Benzylamins. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 34. 2262.

140. BAMBERGER (Eug.) und SCHMIDT (Otto). Ueber isomere Hydrazone. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 34. 2001.

141. BŒHM (Carl). Einwirkung von Aminen auf Dibromtriacetonamin. *Dissert.* Basel. (Prof. Nietzki).

142. BUDDE (Christopher). Ueber arylsulfonierte Alkohole und Säuren. *Dissert.* Basel.

143. CAPATINA (Alexandre). Recherches synthétiques dans le groupe de la rosinduline. *Thèse.* Genève. (Dr Kehrmann).

144. Chrustschowa (Anna). Ueber das Verhalten des Leberlecithins bei einigen Vergiftungen. *Dissert.* Bern.
145. Consonno (Fortunato). Etude sur quelques dérivés de la naphtaline. *Thèse.* Genève (Dr Ullmann).
146. Demolis (Louis). Conductibilités électriques des mélanges de chlorure de sodium et de soude caustique. *Thèse.* Genève (Prof. Guye).
147. Fichter (Fr.) und Hirsch (Sylvain). Versuche zu einer Synthese $\gamma\delta$-ungesättigter Säuren. Basel. Univ.-Lab.— *Berichte* **34.** 2188.
148. Fichter (Fr.) und Schiess (Heinrich). Ueber benzylirte Acetondicarbonsäureester. Basel. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 1996.
149. Gnehm (Robert). Recherches sur les produits d'oxydation du chrysène. *Thèse.* Genève. (Prof. Græbe).
150. Goldschmidt C. Mittheilungen über Formaldehyd. Genf. — *Chem. Zeitung* **25.** 564.
151. Goldschmidt (C.) Ueber Phenacylphenacetin. Genf. — *Chem. Zeitung* **25.** 628.
152. Græbe (C. und Rostowzew (S. Ueber 3.4 6-Trichlorphtalsäure. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 2107.
153. Gressly (Otto). Ueber die Elektrolyse halogensubstituierter organischer Säuren. *Dissert.* Basel.
154. Grün (Adolph). Ueber Triammin-und Aethylendiaminamminverbindungen. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner).
76 *bis.* Heffter (A.) Das Verhalten der Kakodylsäure im Organismus. Bern. Inst. für pharm. und med. Chem. — *Arch. exp. Pathol. und Pharm.* **46.** 230.
155. Heil (H.) Untersuchungen über das Rehs'sche Phenanthrol *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner).
156. Italie (Leopold van). Ueber den orientalischen und den amerikanischen Styrax. *Dissert.* Bern. (Prof. Tschirch).
157. Jaquerod (Adrien). Recherches sur les conductibilités électriques, les densités et les chaleurs spécifiques des solutions de chlorure de potassium et de potasse caustique. *Thèse.* Genève. (Prof. Guye).
158. Karo (Wilhelm). Das Verhalten des Harns nach Gebrauch von Sandelöl. Bern. Inst. für med. Chem. — *Arch. exp. Pathol. und Pharm.* **46.** 242.
80 *bis.* Klaveness (Johannes). Studien über die Natal-und die Uganda-aloë. *Dissert.* Bern. (Prof. Tschirch).
159. König (Eduard). Apparat zur Bestimmung der atmosphärischen Kohlensäure. *Dissert.* Bern.
160. Kramers (G.-H.) Sur quelques alcaloïdes de l'opium. *Thèse.* Genève. (Prof. Pictet).
161. Lorenz (Richard). Die Elektrolyse geschmolzener Salze. Zürich. — *Zeitschr. für Elektroch.* 7. 753.

162. LUNGE (G.) Zur Geschichte der Entstehung und Entwickelung der chemischen Industrien in der Schweiz. Zürich.
163. MAASS (Theodor A.) Studien über die Beständigkeit komplexer Anionen. *Dissert* Basel.
164. MARIC (Albert). Ueber einige Akridiniumfarbstoffe. *Dissert.* Genf. (Dr Ullmann).
165. PAULY (H.) und BEHM (C.) Ueber das β-Ketotetramethylpyrrolidin. Basel. Prof. Nietzki's Lab. an der Univ. — *Berichte* **34**. 2289.
166. PAULY (H.) und SCHAUM (A.) Ueber Aminopyrrolidine. Basel. Prof. Nietzki's Lab. an der Univ.— *Berichte* **34**. 2287.
167. RUPE (Hans) und RONUS (Max). Ueber Cineolsäure. Basel. Lab. für org. Chem. (Prof. Nietzki). — *Berichte* **34**. 2191.
166 *bis*. SCHAUM (Alwin). Ueber β-Aminopyrrolidine. *Dissert.* Basel (Dr Pauly).
148 *bis*. SCHIESS (Johann Heinrich). Ueber benzylierte Acetondicarbonsäuren. *Dissert.* Basel. (Dr Fichter).
168. SCHMID (A.) und PHILIPPE (E.) Zur Untersuchung der Eierteigwaren. Frauenfeld. Kantonal Lab. — *Schweiz. Wochenschr.* **39**. 339.
169. SCHMID (A.) und RÜTTIMANN (E.) Versuche betreffend die Teigprobe nach Halenke und Möslinger. Frauenfeld. Kantonal Lab. — *Schweiz. Wochenschr.* **39**. 341.
170. SCHWEDE (Rudolf). Ueber Halogenderivate von Imiden zweibasischer Säuren. *Dissert.* Basel. (Prof. Nietzki).
171. SILBERSTEIN (Mieczylaw). Ueber ein neues Isomeres des Rosindulins. *Dissert.* Genf (Dr Kehrmann).
172. SILVA (Giuseppe). Recherches sur la stéréoisomérie des quinone-oximes. *Thèse.* Genève (Dr Kehrmann).
173. SPERBER (Joachim). Leitfaden für den Unterricht in der anorganischen Chemie. Zweiter Theil. Zürich 1901.
174. THOMAS-MAMERT (R.) et STRIEBEL (A.) Condensation de l'éther cétipique avec les orthodiamines. Fribourg. Lab. de chimie II de l'Univ. — *Bull. de la Soc. chimique* **25**. 712.
175. ULLMANN (F.) und BIELECKI (Jean). Ueber Synthesen in der Biphenylreihe. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 2174.
176. ULLMANN (F.) und FORNARO (A.) Ueber die Herstellung des Phosphoroxychlorides. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 2172.
177. WINKLER (Wladislaw). Ueber Oxyarylmekonine. *Dissert.* Freiburg.
178. WINTERSTEIN (E.) Die stickstoffhaltigen Bestandtheile grüner Blätter. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Ber. der d. botan. Ges.* **19**. 326.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

DÉCEMBRE 1901

Le 1er, très forte gelée blanche le matin, persistant à l'ombre pendant tout le jour.
2, très forte gelée blanche le matin, persistant à l'ombre pendant tout le jour.
3, forte gelée blanche le matin ; brouillard pendant tout le jour.
4, très forte bise depuis 10 h. du matin.
6, très forte gelée blanche le matin, persistant à l'ombre ; brouillard depuis 10 h. du matin.
7, brouillard le matin jusqu'à 1 h. du soir.
8, forte gelée blanche le matin.
9, pluie à 7 h. du matin ; fort vent de 10 h. du matin à 4 h. du soir.
10, forte pluie dans la nuit ; pluie, neige et grésil à 11 h. 40 m. ; nouvelle neige sur les montagnes environnantes ; fort vent à 10 h. du matin.
11, neige dans la nuit et à 7 h. du matin ; hauteur : 4cm.5 ; neige et pluie dans l'après-midi.
12, brouillard le soir.
13, pluie la nuit jusqu'à 10 h. du matin.
14, pluie depuis 4 h. du soir ; fort vent depuis 1 h. du soir.
15, pluie dans la nuit ; fort vent jusqu'à 10 h. du matin.
16, légère chute de neige avant 7 h. du matin.
17, brouillard le matin.
18, verglas le matin.
19, brouillard depuis 4 h. et pluie depuis 9 h. du soir.
20, pluie dans la nuit.
21, neige à 7 h. du matin.
23, brouillard depuis 7 h. du soir.
24, brouillard à 7 h. du matin ; pluie depuis 1 h. du soir.
25, pluie dans la nuit, à 10 h. du matin et à 4 h. du soir.
26, pluie dans la nuit.
27, neige de 8 h. 40 m. à 9 h. 10 m. ; brouillard à 1 h. du soir.
28, forte gelée blanche le matin ; brouillard et neige le soir.
29, pluie et neige dans la nuit ; hauteur de la neige : 3cm.0 ; pluie de 10 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 9 h. du soir.
30, pluie dans la nuit.
31, forte gelée blanche le matin ; rosée le soir.

Hauteur totale de la neige : 7cm.5 en 2 jours.

GENÈVE — DÉCEMBRE 1901

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	36.4	35.8	35.5	**36.00**	+ **9.25**	34.7	**37.1**	SE. 0	N. 0	S. 0	calme	1.5	1	3	0	2	5.6	....	....
2	34.9	34.4	34.2	34.65	+ 7.87	33.9	35.4	S. 0	NW. 0	S. 0	calme	2.5	1	2	0	2	**5.9**	....	....
3	33.7	32.2	31.8	32.93	+ 6.11	31.5	34.1	S. 0	SW. 0	S. 0	calme	1.3	10	10	10	10	...	....	....
4	29.9	29.4	30.6	30.05	+ 3.19	29.3	31.4	E. 0	NNE. 4	NNE. 2	NNE. 3	22.8	9	5	0	3	4.3	....	...
5	30.9	30.5	30.5	30.62	+ 3.72	30.2	31.5	E. 0	E. 1	E. 0	calme	3.7	10	10	0	6	0.5	....	....
6	30.4	31.1	33.9	31.61	+ 4.67	30.2	34.2	S. 0	SSW. 0	W. 0	calme	3.7	1	10	10	8	...	....	....
7	35.2	35.4	37.0	35.60	+ 8.62	34.2	**37.1**	S. 0	S. 0	S. 0	calme	2.7	10	10	3	8	...	....	....
8	34.1	31.8	30.3	32.71	+ 5.69	30.1	36.2	S. 0	SW. 0	W. 1	var.	3.3	7	9	8	8	...	0.8	1
9	27.0	25.8	26.7	26.90	- 0.16	24.6	29.6	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 2	**25.1**	10	10	10	9	...	9.2	7
10	21.9	24.9	26.2	24.70	- 2.40	21.7	26.8	SSW. 1	SSW. 1	S. 0	var.	12.5	10	3	4	5	1.4	8.0	4
11	17.2	23.0	25.5	22.53	- 4.61	17.2	25.9	E. 0	SSW. 1	N. 0	calme	9.0	10	8	10	8	1.0	2.7	2
12	24.9	22.2	17.0	22.07	- 5.11	16.0	26.1	S. 0	N. 1	S. 0	calme	1.3	1	8	10	7	1.7	4.6	4
13	13.5	13.7	12.5	13.52	- 13.70	12.6	15.1	W. 1	NW. 0	SSW. 1	calme	2.1	10	10	1	8	...	**20.5**	4
14	11.6	11.6	13.2	12.22	- 15.04	11.5	13.9	SSW. 1	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 2	14.6	10	10	10	10	0.3	3.5	3
15	16.5	19.0	20.2	17.98	- 9.32	14.0	20.4	SSW. 2	SSW. 1	SE. 0	var.	16.2	10	9	8	9	0.1	....	...
16	19.0	19.2	20.6	19.41	- 7.90	19.0	20.6	W. 0	N. 1	E. 0	var.	3.3	10	2	9	7	3.5	....	....
17	19.5	18.1	16.2	18.35	- 9.02	15.4	20.2	E. 0	N. 1	S. 0	calme	3.3	10	10	1	7	...	0.6	....
18	15.3	14.5	14.5	14.98	- 12.43	14.4	15.8	S. 0	SSW. 1	NE. 0	SSW. 1	3.7	10	9	0	5	1.0	....	....
19	10.8	8.5	8.8	10.13	- 17.32	7.9	14.0	S. 0	S. 0	N. 0	SSW. 1	3.3	10	10	10	10	...	3.0	2
20	11.9	12.7	12.2	11.75	- 15.73	9.3	12.8	SE. 0	NNW. 1	NNE. 1	NNE. 1	6.9	10	10	10	10	0.6	0.7	....
21	15.4	16.8	15.4	15.58	- 11.91	13.0	17.0	S. 0	N. 0	SW. 0	var.	3.1	10	10	10	9	...	...	....
22	8.6	7.7	10.5	**9.61**	- **17.95**	**7.7**	13.3	NNE. 1	NNE. 1	SW. 0	NNE. 1	11.4	10	10	10	10	...	....	...
23	17.1	20.0	22.7	18.78	- 9.81	12.6	22.5	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.1	10	10	10	10	...	...	...
24	19.1	16.7	13.6	17.39	- 10.23	12.0	22.0	W. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.8	10	10	10	10	...	3.8	4
25	8.1	8.0	12.4	9.82	- 17.83	7.9	12.3	NNW. 1	SSW. 2	NNW. 1	var.	12.5	10	10	10	10	0.1	2.1	2
26	12.9	14.1	16.1	14.11	- 13.54	12.3	16.3	SSW. 1	SSW. 1	W 0	var.	6.9	9	5	10	9	3.6	....	...
27	16.8	18.3	21.0	18.37	- 9.34	16.3	22.2	W. 0	SE. 0	SE. 0	calme	1.7	10	10	7	9	...	1.1	1
28	23.9	21.6	22.5	23.66	- 4.07	22.3	25.1	N. 0	SW. 0	NE. 0	var.	1.6	7	4	10	6	3.0	13.2	6
29	18.5	20.7	23.5	21.13	- 6.63	18.5	26.4	S. 0	WSW. 1	WSW. 1	var.	6.3	10	10	10	9	0.6	16.9	4
30	30.5	31.7	34.5	31.38	+ 3.60	26.5	35.0	N. 0	NE. 0	W. 0	var.	3.1	10	10	1	7	0.1	....	...
31	35.8	31.9	34.2	35.05	+ 7.25	33.7	35.9	S. 0	E. 0	NE. 1	calme	0.9	0	3	0	1	5.5	....	....
Mois	21.99	22.18	22.76	22.37	- 5.59							6.68	8.3	8.1	6.5	7.5	41.8	90.7	44

GENÈVE — DÉCEMBRE 1901

Jour du Mois	Température 7 h. matin	1 h. soir	9 h. soir	Moyenne 8 Observ.	Écart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h. matin	1 h. soir	9 h. soir	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Écart avec la normale	Lumnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	- 5.4	+ 3.3	- 1.4	- 1.15	- 3.40	- 5.5	+ 5.0	95	63	90	84	- 1	63	95	...	.....	1555
2	- 3.6	+ 0.4	- 1.6	+ 0.21	- 1.91	- 4.7	+ 7.0	91	66	92	82	- 3	66	92	6.7	- 1.2	1555
3	- 1.1	+ 2.0	+ 1.2	+ 0.24	- 1.76	- 3.5	+ 2.6	92	85	89	87	+ 2	82	92	6.5	- 1.2	1565
4	+ 0.8	+ 5.5	+ 2.7	+ 2.99	+ 1.11	+ 0.2	+ 6.0	90	62	72	78	- 7	**57**	90	7.0	- 0.6	1590
5	- 0.2	+ 2.2	- 3.4	+ 0.10	- 1.66	- 1.5	+ 3.2	89	67	95	82	- 3	67	91	6.9	- 0.6	1565
6	- 7.6	- 1.0	- 1.4	**- 3.67**	**- 5.32**	**- 7.8**	- 0.3	100	84	81	91	+ 6	84	100	6.3	- 1.1	1580
7	- 1.5	+ 0.2	- 3.4	- 1.51	- 3.08	- 4.1	+ 1.0	90	75	91	87	+ 2	75	91	6.2	- 1.1	1545
8	- 5.6	+ 3.3	+ 5.0	- 0.35	- 1.78	- 5.9	+ 5.6	95	65	55	79	- 6	58	95	...	.....	1575
9	+10.0	+ 9.6	+ 8.6	+ **8.90**	+ **7.58**	+ 4.5	+**10.9**	71	79	78	72	-11	65	79	6.4	- 0.7	1590
10	+ 5.2	+ 3.8	+ 1.2	+ 4.80	+ 3.58	+ 0.6	+ 9.4	87	68	79	72	-11	66	80	6.8	- 0.3	1535
11	- 0.4	+ 3.2	+ 1.2	+ 1.66	+ 0.54	- 0.7	+ 5.1	96	70	89	80	- 6	70	96	6.1	- 0.9	1555
12	- 1.8	+ 0.7	- 2.4	- 1.66	- 2.68	- 5.7	+ 2.3	98	82	93	89	+ 3	77	98	6.2	- 0.7	1577
13	- 0.1	+ 1.6	+ 0.6	+ 0.34	- 0.59	- 3.0	+ 2.8	96	93	77	91	+ 5	80	96	5.8	- 1.0	1550
14	+ 2.6	+ 3.8	+ 2.8	+ 2.73	+ 1.89	- 0.5	+ 5.3	80	65	83	76	-10	65	82	5.6	- 1.1	1595
15	+ 2.6	+ 2.8	+ 0.8	+ 2.31	+ 1.59	0.0	+ 4.0	73	81	80	76	-10	72	82	..	.. ..	1585
16	- 0.6	+ 1.5	- 0.2	+ 0.37	- 0.30	- 1.7	+ 3.7	89	74	83	82	- 4	74	89	5.7	- 0.8	1572
17	- 0.6	+ 1.2	- 1.8	- 0.31	- 0.90	- 2.5	+ 1.9	89	85	94	87	+ 1	80	95	5.7	- 0.8	1562
18	1.7	+ 5.0	+ 1.8	+ 1.21	+ 0.70	- 3.3	+ 8.0	95	77	83	84	- 2	67	95	5.6	- 0.8	1570
19	+ 1.3	+ 1.8	+ 2.6	+ 2.18	+ 1.74	+ 0.3	+ 5.0	92	78	91	88	+ 2	78	93	5.7	- 0.6	1570
20	+ 1.0	+ 3.5	+ 3.2	+ 2.41	+ 2.04	+ 0.7	+ 4.0	96	82	79	88	+ 2	81	96	6.0	- 0.2	1575
21	+ 0.6	+ 3.0	+ 0.8	+ 1.44	+ 1.14	+ 0.3	+ 3.9	95	77	88	88	+ 2	77	95	5.9	- 0.3	1575
22	+ 1.4	+ 1.7	+ 1.1	+ 1.29	+ 1.05	+ 0.3	+ 2.2	75	75	82	78	- 8	70	85	...	.....	1575
23	+ 0.4	+ 2.0	+ 0.4	+ 0.89	+ 0.71	0.0	+ 2.1	82	65	72	76	-10	65	82	5.5	- 0.4	1545
24	- 1.0	+ 4.0	+ 5.2	+ 2.41	+ 1.99	- 1.3	+ 6.0	92	86	81	88	+ 2	75	100	5.7	- 0.3	1565
25	+ 7.0	+ 7.6	+ 3.7	+ 5.74	+ 5.67	+ 2.9	+ 8.3	77	83	75	78	- 8	67	85	...	.....	1565
26	+ 3.4	+ 6.4	+ 3.9	+ 4.25	+ 4.23	+ 2.2	+ 8.0	79	66	69	74	-12	66	85	5.9	+ 0.1	1582
27	+ 1.6	+ 1.6	+ 0.4	+ 1.62	+ 1.65	+ 0.1	+ 3.0	85	96	88	86	0	79	96	6.0	+ 0.2	1570
28	- 2.0	+ 2.5	- 0.9	- 0.16	- 0.09	- 2.5	+ 4.5	96	75	84	88	+ 2	74	96	5.5	- 0.2	1577
29	+ 0.3	+ 3.4	+ 4.1	+ 2.30	+ 2.41	- 1.0	+ 6.2	96	93	88	89	+ 3	78	100	...	.....	1625
30	+ 4.5	+ 7.8	+ 5.2	+ 5.90	+ 6.05	+ 3.9	+ 9.8	89	72	91	81	- 5	66	89	5.7	+ 0.1	1589
31	- 0.6	+ 5.8	+ 0.8	+ 2.58	+ 2.76	- 1.0	+ 6.5	96	76	91	88	+ 2	76	96	5.4	- 0.1	1625
Mois	+ 0.18	+ 3.52	+ 1.34	+ 1.60	+ 0.80	- 1.40	+ 4.95	89	76	83	83	- 3			6.0	- 0.6	1568

MOYENNES DE GENÈVE. — DÉCEMBRE 1901

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	32.22	31.71	31.48	32.00	31.13	30.92	31.50	31.65	31.58
2e »	16.95	16.41	16.00	16.79	16.25	15.93	15.92	16.12	16.30
3e »	18.62	18.62	18.79	19.80	19.43	19.89	20.38	20.76	19.54
Mois	22.47	22.13	21.99	22.76	22.18	22.17	22.53	22.78	22.37

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	— 0.42	— 0.61	— 0.90	+ 1.49	+ 3.53	+ 3.08	+ 1.47	+ 0.78	+ 1.05
2e »	+ 0.17	+ 0.25	— 0.10	+ 1.56	+ 2.81	+ 2.29	+ 1.56	+ 0.47	1.13+
3e »	+ 1.93	+ 1.68	+ 1.42	+ 2.53	+ 4.16	+ 3.67	+ 2.85	+ 2.09	+ 2.54
Mois	+ 0.60	+ 0.48	+ 0.18	+ 1.88	+ 3.52	+ 3.04	+ 1.99	+ 1.15	+ 1.60

Fraction de saturation en %.

1re décade	85	88	90	82	71	75	79	81	82
2e »	86	87	90	82	79	79	81	87	84
3e »	86	86	87	84	79	78	81	85	83
Mois	86	87	89	83	76	77	80	84	83

Dans ce mois l'air a été calme 505 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{28}{66} = 0.42$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 40°.1 W.
Son intensité est égale à 19.8 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		722.3
Nébulosité		7.6
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	1°.68
	$\frac{7+1+2\times 9}{4}$	1°.60
Fraction de saturation		83

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875).	727.96
Nébulosité	(1847-1875).	8.3
Hauteur de pluie	(1826-1875).	51mm.0
Nombre de jours de pluie	(id.).	9
Température moyenne	(id.).	+0°.80
Fraction de saturat.	(1849-1875).	86 %

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

DÉCEMBRE 1901

Le 9, forte bise à 10 h. du soir; neige pendant tout le jour.

10, forte bise à 7 h. du matin et depuis 1 h. du soir; brouillard jusqu'à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; neige de 1 h. à 4 h. du soir.

11, neige le matin jusqu'à 4 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.

13, neige de 10 h. du matin à 4 h. du soir; brouillard depuis 7 h. du soir.

14, neige depuis 7 h. du soir.

15, neige à 1 h. du soir.

18, fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir; brouillard depuis 4 h. du soir.

19, fort vent à 7 h. du soir; neige à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir; brouillard de 10 h. du matin à 1 h. du soir.

20, brouillard de 7 h. à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; neige de 1 h. à 4 h. du soir.

21, brouillard de 7 h. à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir; neige de 1 h. à 4 h. du soir.

22, brouillard de 7 h. à 10 h. du matin.

25, neige depuis 7 h. du soir.

26, brouillard de 1 h. à 7 h. du soir.

28, brouillard de 7 h. à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; neige à 1 h. du soir.

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

GRAND SAINT-BERNARD — DÉCEMBRE 1901

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h. matin	1 h. soir	9 h. soir	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h. matin.	1 h. soir	9 h. soir	Dominant	Nébulosité 7 h. mat.	1 h. soir	9 h. soir	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	68.2	68.1	67.4	67.9	+ 5.9	67.3	68.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
2	67.7	68.1	68.6	68.1	+ 6.2	67.4	68.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
3	67.4	66.0	64.7	66.0	+ 4.1	64.4	68.6	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
4	62.0	62.1	63.2	62.4	+ 0.5	62.0	64.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	0	0	3	....	....
5	64.1	64.3	64.5	64.3	+ 2.4	63.8	64.9	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
6	63.6	64.4	65.5	64.5	+ 2.6	63.6	65.9	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	...	....
7	67.1	67.7	69.0	67.9	+ 6.1	66.1	69.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
8	68.7	68.3	68.5	68.5	+ 6.7	66.3	69.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
9	64.0	62.2	61.0	62.4	+ 0.6	61.0	65.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	...	....
10	55.5	56.3	57.3	56.4	- 5.4	55.4	60.0	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	65.0	47
11	52.4	54.6	56.6	54.5	- 7.2	52.4	57.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	5.0	4
12	58.0	57.0	57.3	57.4	- 4.3	57.0	58.0	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	0	0	1	0	10.0	12
13	52.6	50.4	49.5	50.8	- 10.9	49.4	56.8	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	7	10	10	9	....	....
14	48.6	49.1	49.9	49.2	- 12.5	48.6	50.1	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	1	3	10	5	3.0	6
15	51.4	52.7	53.5	52.5	- 9.1	50.6	53.7	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	8	10	0	6	7.0	11
16	53.2	48.9	50.5	50.9	- 10.8	49.1	53.4	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	7	2	....	....
17	56.3	54.9	54.0	55.1	- 6.6	53.1	56.8	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	8	8	7	8	....	....
18	52.8	53.0	53.7	53.2	- 8.4	52.9	53.7	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	8	8	10	9	....	....
19	51.7	49.5	48.2	49.8	- 11.8	47.7	53.4	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	....	....
20	49.3	50.2	50.3	49.9	- 11.6	48.0	50.6	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	42.0	51
21	51.3	53.9	52.7	52.6	- 8.9	50.8	53.9	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	13.2	14
22	48.1	46.7	47.6	**47.5**	**- 14.1**	**46.7**	52.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	3	7	7	12.0	8
23	52.8	55.0	57.0	54.9	- 7.6	49.0	57.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	3	0	2	....	....
24	55.3	55.1	53.5	55.0	- 7.5	53.0	57.1	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	8	8	6	....	....
25	50.6	49.5	49.2	49.8	- 11.7	48.9	52.8	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	8	8	10	9	....	....
26	49.6	49.8	51.5	50.3	- 11.2	49.5	51.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	10	0	4	20.6	20
27	52.0	52.4	53.8	52.7	- 8.7	51.6	55.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
28	56.4	57.8	58.4	57.5	- 3.9	55.5	58.8	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	0	1	0	6.5	4
29	56.2	56.2	58.3	56.9	- 4.5	56.2	58.4	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	10.4	12
30	64.2	66.3	69.0	66.5	+ 5.1	60.0	69.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	1	0	1	....	....
31	71.4	71.7	71.6	**71.6**	**+ 10.2**	70.0	**72.1**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
Mois	57.53	57.49	57.93	57.65	- 4.67							4.5	4.7	4.5	4.5	194.7	189

GRAND SAINT-BERNARD — DÉCEMBRE 1901

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en °/₀					
	7 heures matin	1 heure soir	9 heures soir	Moyenne 3 Observ.	Écart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h. matin	1 h. soir	9 h. soir	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 3.5	- 4.2	- 5.7	- 4.5	+ 2.2	- 7.9	- 3.0	10	21	30	20	10	30
2	4.3	1.3	2.6	2.7	+ 4.1	5.0	0.8	65	60	57	61	57	65
3	3.1	2.5	5.5	3.7	+ 3.2	6.7	1.8	19	30	51	33	19	51
4	10.7	9.7	10.2	10.2	- 3.2	11.2	5.2	100	91	76	90	73	100
5	9.7	3.3	5.3	6.1	- 0.9	11.1	3.3	21	3	8	**11**	**3**	21
6	5.3	5.5	5.5	5.4	+ 1.7	6.0	3.5	13	22	24	20	13	24
7	3.3	- 3.9	- 4.5	- 3.9	+ 3.3	6.0	- 2.3	20	27	26	24	20	27
8	1.1	+ 2.5	+ 1.3	+ **0.9**	+ **8.2**	4.0	+ **3.0**	53	63	49	55	49	63
9	1.5	- 1.5	- 4.8	- 2.6	+ 4.8	7.0	+ 0.5	99	89	94	94	89	99
10	7.7	8.5	13.8	10.0	- 2.6	13.8	- 6.9	88	88	85	87	85	88
11	8.3	10.3	12.9	10.5	- 3.0	13.9	4.0	86	85	83	85	83	86
12	13.9	12.4	13.7	13.3	- 5.7	15.0	10.0	65	59	83	69	59	83
13	12.5	10.5	10.5	11.2	- 3.5	13.0	9.8	89	89	90	89	89	90
14	13.9	9.7	10.9	11.5	- 3.8	13.9	9.0	70	71	88	78	71	88
15	11.2	9.5	14.9	11.9	- 4.1	14.9	8.8	89	82	81	84	81	89
16	15.0	13.2	12.9	13.7	- **5.9**	15.0	10.9	73	75	82	77	73	82
17	9.5	6.3	5.3	7.0	+ 0.9	10.5	5.2	89	89	90	89	89	90
18	6.1	7.1	8.7	7.3	+ 0.7	9.2	5.2	92	94	93	93	92	94
19	8.5	7.5	7.3	7.8	+ 0.2	9.0	7.0	93	92	93	93	92	93
20	7.3	6.5	8.1	7.3	+ 0.8	8.3	6.5	93	94	94	94	93	94
21	9.1	8.5	10.8	9.5	- 1.3	10.8	7.9	92	95	92	93	92	95
22	7.9	5.7	7.3	7.0	+ 1.2	9.3	5.7	92	95	95	94	92	95
23	8.1	7.1	10.5	8.6	- 0.3	10.8	6.3	90	73	59	74	59	90
24	7.3	6.3	8.5	7.4	+ 0.9	9.9	5.5	52	75	91	73	52	91
25	8.4	7.5	8.9	8.6	- 0.3	9.3	5.9	91	91	90	91	90	91
26	12.1	9.1	12.7	11.3	- 2.9	13.0	8.6	90	89	90	90	89	90
27	11.5	12.3	11.3	**13.7**	- 5.3	11.8	11.3	77	67	85	76	67	85
28	16.1	12.1	12.7	13.6	- 5.2	**16.1**	10.0	85	60	35	61	35	85
29	13.5	7.7	8.9	10.0	- 1.5	13.5	6.8	67	67	82	72	67	82
30	8.9	- 5.1	5.1	6.1	+ 2.2	8.9	- 4.9	89	74	95	86	74	95
31	- 0.9	+ 0.5	- 1.9	- 0.8	+ 7.8	- 7.5	+ 1.0	49	39	38	42	38	49
Moyenne	- 8.59	- 6.87	- 8.50	- 7.95	- 0.36	-10.33	- 5.56	71	69	72	71		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — DÉCEMBRE 1901

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %.**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	64.83	64.75	64.97	64.85	49	50	50	49
2e »	52.62	52.03	52.35	52.34	84	83	88	85
3e »	55.36	55.85	56.60	55.94	79	75	78	77
Mois	57.53	57 49	57.93	57.65	71	69	72	71

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 5.02	— 3.79	— 5.66	— 4.82	— 5 03
2e »	— 10.62	— 9.30	— 10.52	— 10 15	— 10.24
3e »	— 9.72	— 7.45	— 9.24	— 8.80	— 8.91
Mois	— 8.49	— 6.86	— 8.50	— 7.95	— 8.08

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{99}{96} = 1.03$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 161 sur 100.

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	115.0	112.1	90.3	127.5	99.3	....

Station	VEYRIER	GENÈVE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	72.3	90.7	74.9	67.4	76.0	85.9

Durée totale de l'insolation à Jussy : 43h.0

RECHERCHES

SUR LA

RADIOACTIVITÉ INDUITE

PAR

L'AIR ATMOSPHÉRIQUE

PAR

J. ELSTER et H. GEITEL

RÉSUMÉ PAR

H. GEITEL

professeur au Gymnase ducal de Wolfenbüttel.

La dispersion électrique, c'est-à-dire l'abaissement graduel du potentiel d'un corps électrisé placé dans l'air, peut, en faisant abstraction de la perte par le support, se ramener comme les autres formes du mouvement électrique dans les gaz, à l'existence de ions électriques dans l'air.

Un conducteur chargé négativement soutire de l'air ambiant les ions positifs, un conducteur positif les ions négatifs, jusqu'à ce que sa charge primitive soit neutralisée par l'apport de ces quantités de nom contraire.

D'après cette manière de voir ce ne serait pas une diffusion de l'électricité libre du conducteur qui se produirait ici, mais au contraire un afflux de particules chargées d'électricité de nom contraire provenant de l'air ambiant.

Si c'est bien là la marche du phénomène il doit, semble-t-il, en rester des traces, une modification produite à la surface du conducteur par le contact des ions qui y affluent. La comparaison s'impose ici avec l'électrolyse produite par un courant très faible. Il s'agit de savoir si, par analogie avec la polarisation des électrodes, il sera possible de constater sur le conducteur un effet consécutif au bombardement des ions.

Nous sommes arrivés, M. Elster et moi, à nous poser cette question dans le cours de nos recherches sur la dispersion de l'électricité. Qu'il me soit permis de décrire rapidement la méthode que nous avons suivie et les expériences qu'elle nous a dictées.

Les résultats d'observations régulières et très prolongées de la dispersion de l'électricité dans l'atmosphère libre et dans les conditions météorologiques les plus différentes, nous avaient forcés à admettre l'existence de ions électriques dans l'air[1].

Tout d'abord nous arrivâmes à mettre sérieusement en doute la valeur de l'opinion généralement admise qui attribue la dispersion électrique aux particules étrangères suspendues dans l'air, en constatant d'une manière tout à fait inattendue que la perte de charge d'un corps électrisé est d'autant plus forte que l'air contient moins de poussières et de corps étrangers.

A cela vient s'ajouter le fait que la déperdition peut être très différente pour les deux électricités dans des conditions données ; de telle sorte que par l'intervention d'un champ électrique on peut communiquer à vo-

[1] Comparez ici avec le mémoire de M. Ebert : « Sur les ions libres de l'air atmosphérique », *Archives* 1901, t. XII, p. 97.

lonté à l'air la propriété de neutraliser de préférence ou des charges positives ou au contraire des charges négatives. Ainsi nous acquîmes la persuasion que les agents de la dispersion électrique ne peuvent pas être électriquement neutres, mais bien plutôt que l'air à l'état normal contient des particules libres chargées d'électricités de noms contraires. Pour désigner ces dernières, nous nous crûmes autorisés à adopter le terme de « ions » employé déjà sur la proposition de M. Giese, pour désigner les véhicules des charges électriques dans les gaz devenus conducteurs par élévation de température, action chimique, rayons de Röntgen. Avec l'adoption de cette terminologie la conductibilité de l'air devient une fonction de la quantité et de la mobilité des ions libres qui y sont contenus.

De plus comme la conductibilité normale, très faible, de l'air paraît être de même nature que celle qui est produite artificiellement par les causes que nous venons d'indiquer, il était naturel d'admettre qu'elle aussi n'est pas une propriété primordiale de l'air, mais lui est communiquée par des actions extérieures encore inconnues.

En s'en référant aux phénomènes photoélectriques, on pouvait supposer que l'ionisation de l'air atmosphérique pouvait se produire sous l'action des rayons solaires et que c'était à cette cause qu'il fallait attribuer la conductibilité de l'air que nous avons observée même dans des espaces clos. Dans ce cas, il devrait être possible, en écartant cette cause, de faire disparaître ce résidu de conductibilité.

Pour vérifier ce dernier point nous avons fait des expériences sur des masses d'air hermétiquement en-

fermées, d'un volume d'environ 30 litres, et dont nous mesurions la conductibilité par des manipulations purement extérieures. Si la cause de production des ions est extérieure, l'on doit s'attendre à ce que leur nombre tombe vite à zéro aussitôt que ceux qui existaient au début dans l'espace clos auront été détruits par un transport d'électricité au travers de celui-ci. Or l'expérience n'amène nullement une diminution de conductibilité, au contraire on observe une augmentation lente et très faible de celle-ci et il se trouve que la production des ions tend dans le cours de plusieurs jours vers un maximum déterminé [1].

Il ne peut donc pas y avoir de doutes que la conductibilité normale de l'air ne dépend pas directement du rayonnement solaire [2]. Si elle n'est pas une propriété primordiale de l'air, elle ne pourrait être produite que par une action encore inconnue qu'exerceraient sur lui les parois enveloppantes.

C'est à cette phase de nos recherches sur la dispersion électrique, que nous avons été amenés à entrer dans un champ ouvert récemment à la science par M. H. Becquerel, M. et Mme Curie, celui de la radioactivité. On sait en effet, grâce à eux, que certains éléments tels que l'uranium, le thorium et, surtout, le radium découvert par M. et Mme Curie, possèdent la propriété remarquable d'émettre dans toutes leurs combinaisons, sans cause extérieure apparente, des radiations dont les propriétés physiques sont très voisines de celles des rayons cathodiques, action sur les pla-

[1] *Physikalische Zeitschrift*, 2, p. 116, 1900.

[2] Le même résultat a été obtenu par M. Wilson, *Proceed. Royal Society*, 68, p. 151, 1901.

ques photographiques, phosphorescence et, ce qui nous intéresse spécialement, production de conductibilité électrique c'est-à-dire de ions libres dans les gaz. Ce pouvoir rayonnant se communique à d'autres substances quelconques par le contact immédiat ou par l'intermédiaire de liquides ou de gaz. Cette radiation induite, excitée de la sorte, n'est point une propriété durable, mais disparaît d'elle-même au bout de quelque temps, lorsque le corps actif a été éloigné.

La marche de la dispersion électrique en vase clos décrite ci-dessus rappelle celle de la radioactivité induite. Si l'espace considéré contient seulement de faibles traces d'une substance radioactive, l'air enfermé aussi bien que les parois acquièrent à leur tour et graduellement une certaine activité induite qui doit se traduire par une augmentation de conductibilité de l'air.

En fait il n'y a pas lieu de rejeter d'emblée l'idée que l'accroissement observé de la dispersion électrique pourrait provenir de quantités minimes de corps actifs ayant pénétré contre toute prévision dans l'espace en observation.

Sans doute nous connaissions bien l'extraordinaire sensibilité de l'action des substances radioactives sur la dispersion électrique. Aussi avons-nous institué les expériences avec toutes les précautions possibles. Il n'en restait pas moins des doutes résultant de ce que des préparations de radium avaient séjourné temporairement dans le bâtiment où nous opérions. Il faut ajouter que sous l'action des becs Auer maintenant si répandus, il peut se faire qu'une substance, il est vrai peu radioactive, l'oxyde de thorium, émise en quantités infinitésimales et sans laisser soupçonner sa présence,

adhère à la surface de corps considérés comme passifs et soit transportée par eux. Dans ces conditions la purification mécanique et chimique de tout l'appareil expérimental ne pouvait avoir qu'un résultat insuffisant.

Comme on le voit, il s'agit maintenant de savoir si dans des espaces complètement séparés de l'air, ou à peu près sans communication avec lui, dans lesquels il est certain qu'il n'a pu y avoir aucune infection par le thorium ou le radium, il est possible de constater un accroissement de la dispersion électrique au dessus de la normale. La nature offre dans les grottes naturelles des chambres d'expériences réalisant ces conditions de pureté. Les mesures que nous avons effectuées dans la célèbre grotte de Baumann dans le Hartz, nous ont donné pour la dispersion électrique des valeurs six à dix fois plus fortes que la normale et que les valeurs obtenues en même temps à l'air libre devant la grotte. Plus tard nous avons également observé cette énorme dispersion électrique dans de grandes caves qui avaient été tenues fermées très longtemps[1]. Il nous a été particulièrement précieux de pouvoir disposer pour ces expériences d'une très vaste cave hors d'usage, située dans le sous-sol du bâtiment des Archives nationales du duché de Brunswick, à Wolfenbüttel. La possibilité d'une infection par le thorium est ici exclue, le bâtiment ne contenant, par crainte du feu, aucun appareil d'éclairage par le gaz.

L'accroissement spontané de conductibilité de grandes masses d'air enfermées, en l'absence de tout corps radioactif, serait donc ici bien établi. On peut il est vrai

[1] *Physikal. Zeitschr.*, 2, p. 560, 1901.

admettre qu'il se trouve dans les parois ou dans l'air lui-même, des traces de substances actives dont la présence ne se trahit que par l'extrême sensibilité de l'action qu'elles exercent sur l'appareil de dispersion. En tout cas il était intéressant de rechercher jusqu'où peut se poursuivre l'analogie des propriétés électriques de l'air naturel et de l'air qui a été fortement ionisé par l'action des rayons de Becquerel. Il ne paraissait pas inadmissible que le phénomène si caractéristique de l'activité induite pût se produire sans le concours du radium ou du thorium, par l'action seule de l'air atmosphérique naturel.

Mais pour réaliser cette idée, il faut que nous fassions appel à une découverte que nous devons à M. E. Rutherford, et à laquelle nous n'avons pas fait encore allusion[1]. Comme nous l'avons déjà dit, tout corps qui a été en contact avec de l'air qui a passé sur des préparations de radium ou de thorium devient lui-même une source temporaire de rayons de Becquerel. D'après la découverte de Rutherford, ce rayonnement induit peut être beaucoup renforcé si le corps considéré est maintenu à un potentiel négatif tout le temps où il est soumis à l'action de l'air actif. Cela indiquerait que les ions positifs doivent être reconnus comme les agents de transport de la radioactivité.

Nous nous sommes appliqués alors à rechercher si les ions positifs, se trouvant à l'état normal dans l'air et s'y régénérant constamment d'eux-mêmes, possèdent aussi la propriété d'exciter la radioactivité induite. Pour cela nous avons choisi d'abord un conducteur de

[1] E. Rutherford, *Philos. Magaz.*, 49, p. 1 et 16, 1900.

grande surface consistant en un cylindre en toile métallique qui se disposait sur l'appareil transportable servant à la mesure de la dispersion électrique. Nous maintenions ce conducteur à l'air extérieur et cela pendant plusieurs heures, en contact avec le pôle négatif d'un accumulateur à haute tension, lui communiquant un potentiel de 600 volts environ. Ensuite on l'amenait rapidement sur l'appareil de dispersion et le tout était recouvert d'une très grande cloche de verre. On constatait alors dans l'air qui s'y trouvait enfermé, un accroissement faible, mais très net, de la dispersion électrique, lequel disparaissait au bout de quelques heures.

Quand l'expérience était faite en donnant au cylindre une charge positive, l'effet ne se produisait pas[1].

Il résulte de là que le cylindre exposé à l'air extérieur avec une charge négative a acquis la propriété passagère d'augmenter la conductibilité de l'air, c'est-à-dire de se comporter comme un corps faiblement radioactif.

Il restait à produire cette action sous une forme plus marquée. Un conducteur cylindrique n'est pas le plus approprié ici. Sa surface intérieure ne subira que d'une manière très imparfaite l'action des ions positifs comparée à l'extérieure. Ceux-ci s'accumuleront de préférence sur les bords où les lignes de forces électriques se pressent le plus étroitement. Un conducteur formé d'un simple fil sera ici beaucoup plus efficace. Sur lui la densité électrique est proportionnellement beaucoup plus grande, même avec un faible potentiel. Il est aussi

[1] *Physikal. Zeitschr.*, 2, p. 590, 1901.

très facile à installer dans l'espace, quel qu'il soit, que l'on a à disposition. Pour mesurer ensuite l'activité qu'il pouvait avoir acquise, nous l'enroulions autour du cylindre en toile métallique mentionné ci-dessus, disposé autour de l'appareil de dispersion.

Un autre moyen pour renforcer l'action du conducteur chargé négativement est d'augmenter son potentiel. A cet effet nous remplaçâmes la batterie d'accumulateurs par un inducteur dont le pôle positif du courant d'ouverture était relié à la terre, les étincelles du pôle négatif jaillissant sur une bouteille de Leyde dont l'armature extérieure communiquait également avec la terre. Son armature intérieure était reliée à un fil isolé tendu en plein air, et cela par un mauvais conducteur, une corde un peu mouillée, pour éviter la transmission des ondulations électriques. Le courant inducteur et la capacité de la bouteille de Leyde étaient réglés de telle sorte que les étincelles tirées du fil fussent de 1 à 2^{mm}. Il n'y a pas d'avantage à pousser la tension beaucoup plus haut, parce qu'alors il se produit des pertes sous forme d'aigrettes. Il importe en revanche d'isoler le fil avec un soin tout particulier. Ce qu'il y a de mieux c'est l'user des isolateurs construits d'après le principe de M. Mascart. En été et par le soleil, il suffit d'employer des morceaux de cire à cacheter dans lesquels sont fixés des crochets métalliques.

Si l'appareil fonctionne bien et que l'air soit suffisamment pur, ne contenant ni fumées ni brouillards, on peut, après quatre heures d'exposition environ d'un fil de 20 m. de long, observer une activité induite qui, pour commencer, produit sur l'appareil de dispersion le même effet qu'un morceau de pechblende de quelques centimètres carrés de surface.

L'emploi des fils a encore un autre avantage. Comme Rutherford l'a montré dans ses recherches sur la radiation induite par le thorium, on peut, en enlevant la couche superficielle active des métaux par des agents chimiques qui l'attaquent, lui prendre son activité qui passe alors dans les poussières ou résidus qui proviennent de l'opération. On obtient ainsi le moyen de réduire en un petit volume la matière radioactive qui était dispersée sur toute la longueur du fil à sa surface.

Pour des fils de cuivre, nous usions à cet effet d'un petit morceau de peau imprégné de quelques gouttes d'une forte liqueur ammoniacale. En produisant de violentes frictions le long du fil avec cette peau, on recueille sur elle un dépôt bleu noir d'oxyde de cuivre ammoniacal. L'ammoniaque peut-être facilement éliminée en chauffant suffisamment la peau. Celle-ci présente alors une radioactivité très marquée qu'elle perd au bout de quelques heures comme un corps exposé directement. Pour un fil d'aluminium on n'emploie pas l'ammoniaque, mais par simple frottement à l'aide d'une peau sèche sous pression suffisante, on entraîne la couche superficielle, sous forme d'une fine poudre noire, contenant, sinon toute l'activité, dont le fil retient une partie, au moins une forte proportion de celle-ci.

Les dépôts de matières radioactives ainsi obtenus par friction sur ce morceau de peau, peuvent ensuite être utilisés pour manifester leur action sur des plaques photographiques. Mais tandis que les préparations d'urane même avec une faible intensité, impressionnent d'autant plus les plaques photographiques que l'on prolonge davantage l'exposition, l'action des dépôts à

radioactivité plus fugitive considérés ici ne gagne rien à une exposition de plus de deux heures. Si l'impression n'a pas été suffisante pour se révéler au développement, il n'y a qu'à remplacer une ou plusieurs fois la masse devenue inactive par un dépôt frais. Nous opérions comme suit :

Nous placions une plaque photographique très sensible (plaque de Schleussner) dans une chambre noire, après l'avoir enveloppée de papier noir bien opaque, la couche sensible dessus, puis sur elle une feuille très mince d'aluminium (moins de $0,1^{mm}$ d'épaisseur), et, sur elle encore, une plaque de plomb percée de trous disposés suivant un dessin donné. Sur ces trous furent disposés les morceaux de peau portant le résidu actif tout frais, qui étaient maintenus par une plaque métallique d'égal contour pressée dessus. Les morceaux de peau enduits étaient renouvelés de temps en temps pour accumuler leurs effets. Pour que l'exposition ne subît pas d'interruption, nous tendions à l'air libre un fil de 30 m. environ de longueur, en lui maintenant constamment une charge négative comme il a été dit. Toutes les deux heures nous opérions sur un tiers de ce fil, à tour de rôle, la friction avec un morceau de peau et, dans les six heures qui séparaient deux frictions d'un même bout de fil, la radioactivité se reproduisait à nouveau dans ses couches superficielles. De cette façon, en renouvelant cinq à dix fois les résidus de friction pour une même exposition, nous obtenions des images des ouvertures de la plaque de plomb tout à fait comparables à celles que donnent les préparations d'urane[1].

[1] *Physikal. Zeitschr.*, 3, p. 76, 1901.

L'interposition de la lame d'aluminium a été faite pour écarter toute supposition que la plaque photographique aurait pu être impressionnée par l'action chimique de quelques vapeurs émanant du résidu de frottement. L'impression photographique obtenue au travers de la lame d'aluminium montre au contraire qu'on a affaire ici à des rayons Becquerel.

Tandis que la production de l'activité induite est facile à mettre en lumière avec un bon appareil de dispersion même dans des conditions défavorables, l'action photographique est beaucoup plus difficile à réaliser. Elle exige un mode opératoire très rapide et un air exempt de poussières et de fumées.

La nature du corps exposé paraît être, toutes conditions égales d'ailleurs, sans influence sur l'intensité du phénomène. Des fils de platine, de plomb, de cuivre, d'aluminium, de magnésium, donnent les mêmes résultats, de même de mauvais conducteurs comme du papier, une corde, du feuillage fraîchement coupé, se montrent capables de prendre les propriétés radioactives. La manière dont se comporte le feuillage est importante parce que pour lui il ne peut pas être question d'infection par les corps radioactifs, à moins qu'on ne veuille les considérer comme répandus partout.

Comme par un temps clair la surface de la terre est chargée d'électricité négative et que celle-ci s'accumule avec une densité particulièrement forte sur toutes les pointes et saillies, on n'a pas besoin de mettre en œuvre une source artificielle d'électricité, pourvu qu'on dispose assez haut dans l'atmosphère le conducteur qu'il s'agit de rendre actif. Ainsi en élevant une corde par un de ses bouts à 50 m. de hauteur, au moyen

d'un cerf volant, et l'y maintenant pendant plusieurs heures, on reconnut ensuite par l'examen à l'appareil de dispersion que son extrémité supérieure était devenue nettement radioactive.

On devine l'importance qu'a cette constatation au point de vue de l'électricité atmosphérique. La grande conductibibilité de l'air entourant les sommets des hautes montagnes en été, peut-être aussi certaines propriétés physiologiques de cet air peuvent dépendre de cette radiation induite produite par le champ électrique de l'atmosphère sur les points dominants de la surface terrestre.

Les phénomènes que nous avons décrits jusqu'à présent ont tous été observés sur des conducteurs qui avaient été exposés en plein air. Mais comme la contenance de l'air en ions peut atteindre des proportions énormes dans les espaces fermés, on pouvait s'attendre à ce que les expériences donneraient des résultats encore plus prononcés dans des caves ou des grottes. Malheureusement on se trouve ici en présence d'une nouvelle et très grande difficulté pour arriver à une isolation suffisante. Il devient indispensable alors d'user du procédé de M. Mascart, c'est-à-dire d'entourer les supports isolants d'une atmosphère d'air desséché artificiellement. Seulement nous l'avons un peu modifié en employant comme agent dessicateur non pas l'acide sulfurique qui présente d'assez graves inconvénients, mais le sodium métallique beaucoup plus facile à manier.

Nous avons installé nos expériences dans la grande cave de Wolfenbüttel, dont nous avons déjà parlé plus haut, et nous avons constaté que l'air qui y avait été

bien des mois dans le plus complet repos était extraordinairement actif. Nous réussîmes même plusieurs fois, avec les yeux complètement reposés, à percevoir une phosphorescence très faible mais nette, sur un écran de platinocyanure de baryum au dos duquel nous avions appliqué un morceau de peau portant le dépôt de la couche superficielle d'un fil de cuivre de 20 m. de longueur. L'action sur les plaques photographiques et sur l'appareil de dispersion était également très forte. Les expériences faites ainsi dans une cave parurent donner de meilleurs résultats en été qu'en hiver ; peut-être qu'en hiver, par le fait de la température relativement plus élevée de la cave, il s'y produit une ventilation qui trouble les résultats.

En nous basant sur les expériences que nous venons de décrire, nous croyons pouvoir affirmer que des conducteurs quelconques, plongés dans une grande masse d'air, en étant chargé négativement, se recouvrent d'une couche superficielle possédant une radioactivité temporaire.

On en vient alors à se demander quelles relations existent entre ce fait et les autres phénomènes connus de radioactivité. Evidemment la première hypothèse qui se présente à l'esprit est celle de masses infiniment petites de matière possédant une radioactivité originelle et répandues partout dans le sol et dans l'atmosphère. La conductibilité propre de l'air (et probablement celle des gaz en général) serait le résultat de ce rayonnement se produisant partout dans sa masse.

On peut toutefois adopter un autre point de vue et se demander d'une manière générale si l'on peut distinguer l'une de l'autre les radioactivités primaires et

induites. Les lois de l'énergie suffisent déjà à nous faire supposer que l'activité des éléments uranium, radium et thorium n'est pas indéfinie, mais seulement de très longue durée. Si alors on considère la radioactivité induite comme étant un phénomène essentiellement de même nature que la radioactivité primaire ou spontanée, nous aurions affaire dans nos expériences à la véritable élaboration d'une substance active. L'affaiblissement graduel de l'activité s'expliquerait par la très petite quantité de matière recueillie qui est très vite ramenée à l'état indifférent par la dispersion d'électrons négatifs. La production de substance active pourrait alors s'expliquer par le fait que les ions positifs de l'air s'unissent aux électrons négatifs du conducteur électrisé sous l'action du champ électrique en une sorte de combinaison instable qui se détruit ensuite par l'émission des électrons, c'est-à-dire par la production de rayons de Becquerel. Il faut cependant reconnaître, que cette hypothèse n'explique pas l'extraordinaire conductibilité que possède l'air des grottes.

D'après cela, l'existence dans l'air (et dans les gaz en général) de ions capables de former des combinaisons avec les électrons négatifs à la surface des conducteurs, serait le phénomène primaire dont devrait se déduire celui de la radioactivité. Cette idée se rapproche beaucoup des considérations analogues présentées en dernier lieu et séparément par M. W. Nernst[1] et par M. Becquerel[2]. Elle conduit, si on l'adopte, à se de-

[1] W. Nernst. Ueber die Bedeutung elektrischer Methoden und Theorien für die Chemie. Göttingen 1901, p. 25.

[2] Becquerel. Sur la radioactivité de l'uranium. *C. R.* CXXXIII, p. 979.

mander s'il sera possible aussi de combiner les ions négatifs de l'air avec les électrons positifs de conducteurs électrisés. Jusqu'à présent il ne nous a pas été possible d'obtenir sur des conducteurs chargés positivement des couches superficielles présentant des propriétés analogues à celles que nous avons décrites ci-dessus pour des conducteurs négatifs.

Il serait prématuré de se lancer dans des spéculations plus vastes sur ce sujet avant que l'étude de ces phénomènes encore si nouveaux ait été poussée plus loin. Peut-être les lignes que l'on vient de lire provoqueront-elles des recherches décisives dans ce domaine.

Wolfenbüttel, décembre 1901.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

MESURE DES CONSTANTES CRITIQUES

PAR

Ph.-A. GUYE et Ed. MALLET

(Suite[1].)

CHAPITRE II

Méthodes de mesure des températures et pressions critiques.

Parmi les méthodes de mesure de la température et de la pression critiques, nous ne nous sommes arrêtés qu'à celles qui permettent l'observation directe, de visu, des phénomènes[2], Il y en a deux. L'une due à M. Cailletet a été appliquée par MM. Vincent et Chapuis, Sajotchewsti, Wroblewski, Olsewski et surtout par MM. Ramsay et Young qui l'ont perfectionnée. Elle consiste à mesurer simultanément la pression et la température critiques, en se servant d'un tube de verre renfermant la substance à étudier et relié à un mano-

[1] Voir *Archives*, janvier 1902, t. XIII, p. 30.

[1] Pour les méthodes indirectes (Nadjejdine, Cailletet et Colardeau). Voir Dict. Würtz. *Loc. cit.*

mètre. Le dispositif exigé par cette méthode est assez compliqué, le montage de l'appareil et les expériences mêmes sont d'une durée plutôt longue. Or, comme nous le verrons plus loin, il faut pour obtenir des résultats exacts, opérer *rapidement*, surtout pour les mesures de pression critique. L'expérience nous a démontré, en effet, qu'un commencement de décomposition très faible altère moins la valeur de la température critique que celle de la pression critique. En outre, la méthode de chauffe, — forcément par des doubles enveloppes ou jaquettes dans lesquelles circule une vapeur sous une pression constante — devient pour ainsi dire impraticable pour des températures supérieures à 350°. Ces considérations nous ont amenés à déterminer séparément la pression et la température critiques.

Pour la mesure de la température critique, nous avons utilisé la méthode de Cagniard de la Tour[1], appliquée plus tard par M. Pawlewski[2], M. Schmidt[3] puis par M. Altschul[4].

C'est également le dispositif de ce dernier auteur que nous avons choisi pour déterminer la pression critique. Il permet, en effet, des observations très rapides, avantage précieux, surtout quand on opère sur des corps susceptibles d'éprouver un commencement de décomposition et sur lequel nous croyons devoir insister.

Nous allons décrire rapidement ces deux méthodes,

[1] Cagniard de la Tour, *A. ch.* [2], *21*, p. 136.
[2] Pawlewski, B. *15* 2461 ; *16* 2634.
[3] Schmidt, *A. 266. Ph. Ch. 7*, p. 433 et *8*, p. 629.
[4] Altschul, Ph. Ch. *11*, p. 577. 1893.

en indiquant les précautions à prendre pour arriver à des résultats aussi satisfaisants que possible.

Détermination des températures critiques, dispositif et instruments de mesure.

Un petit tube de verre[1] fermé, un peu épais, contenant la substance à étudier est suspendu au centre d'une triple enceinte formée de cylindres de laiton concentriques, légèrement distants l'un de l'autre[2]. Chacun d'eux est plus haut que celui qu'il entoure et muni d'un couvercle percé d'un trou par lequel passe le thermomètre, protégé lui-même contre les explosions possibles du tube, par une gaine métallique. Le cylindre extérieur et son couvercle sont recouverts de carton d'amiante épais pour éviter autant que possible les pertes de chaleur par rayonnement. De petites fenêtres placées en regard les unes des autres et munies de feuilles de mica permettent d'éclairer l'intérieur de l'étuve (nous employons pour cela un bec Auer) et d'observer les phénomènes qui se produisent dans le tube en expérience. L'étuve, placée sur une plaque de cuivre, est chauffée directement par-dessous. Une cage de bois, suffisamment vaste, munie d'une vitre protectrice en verre épais empêche la chaleur rayon-

[1] La forme et les dimensions sont à peu près celles admises par M. Altschul, soit environ 30 à 40 mm. de longueur, 4 mm. diamètre extérieur et 2 mm. diamètre intérieur.

[2] Voici quelques cotes, à titre d'indication :

Hauteur du cylindre intérieur	10,5 cm.
Diamètre du cylindre intérieur	8,0 »
Distance entre les cylindres	1,0 »
Dimension des fenêtres	1,4 × 1.8 cm.

nante d'incommoder par trop l'observateur et le protège contre des explosions trop violentes (avec les liquides que nous avons étudiés, celles-ci ne se sont pas produites).

Le tube lui-même est suspendu au couvercle du cylindre intérieur par des fils métalliques et incliné à 45° environ. On l'a rempli, en le chauffant et le refroidissant successivement, pendant que la pointe étirée en capillaire plonge dans la substance que l'on veut étudier (fondue préalablement si elle est solide à la température ordinaire). On chasse ensuite, par ébullition, la quantité nécessaire et on scelle rapidement au chalumeau, pendant que les vapeurs se dégagent encore. Il faut que la substance occupe le $^1/_3$ de la capacité du tube afin que le ménisque disparaisse ensuite au milieu: cette condition est indispensable pour arriver à de bons résultats[1].

Quand aux phénomènes qui se produisent au point critique, ils ont été déjà décrits par de nombreux ex-

[1] Cf. Nadjejdine. Uebungen über vergleich. Physik., p. 72, Kiew 1886. Depuis que nos expériences ont été exécutées, M. Mathias a publié une étude critique sur la méthode de Cagniard de la Tour (Congrès intern. de physique 1900. Rapp. I, p. 649) et montré que, si le fluide n'occupe pas au point critique exactement le volume critique, la température critique observée peut être un peu inférieure à la température critique vraie. En analysant de près les conditions de nos expériences et en nous reportant aux tables et formules numériques données par cet auteur (l. c. p. 658) les erreurs que nous avons pu commettre de ce chef ne dépassent pas 0°,02 à 0°,05. Elles sont donc bien inférieures à celles résultant des autres conditions d'expérience, en particulier des transformations chimiques que subissent la plupart des composés organiques portés à leur température critique.

périmentateurs[1]. Nous n'y reviendrons pas ici, mais on trouvera cependant plus loin, pour certains corps, quelques observations qui nous ont paru intéressantes.

Les températures que nous avons notées sont celles de la disparition complète du ménisque et de l'apparition du nuage opaque. Ces deux données concordent, dans la plupart des cas, parfaitement; lorsqu'il n'en est pas ainsi, cela tient à la décomposition du corps étudié ou aux impuretés qui l'accompagnent (en supposant, bien entendu, que les mesures sont faites avec soin, c'est-à-dire que la température de l'étuve n'est pas soumise à des variations trop brusques). C'est la moyenne des lectures ainsi faites que nous avons admise, après corrections, comme valeur de la température critique. Dans certains cas où la décomposition était évidente, nous n'avons tenu compte que des premières mesures.

Une condition importante pour obtenir des résultats un peu précis, c'est de faire en sorte que la température s'élève ou s'abaisse très lentement lorsqu'elle arrive aux environs du point critique. Sans cette précaution, il se produit dans l'enceinte une inégalité de chauffe qui fausse complètement les lectures, car le thermomètre n'est pas à la même température que le tube, et ce dernier lui même étant soumis à une température inégale, les phénomènes ne se produisent plus normalement.

Les deux thermomètres que nous avons employés étaient à colonne de mercure, sous pression d'anhydride

[1] Altschul, Nadjejdine, Kuenen, Gouy, Battelli, Galitzine, *loc. cit.*

carbonique, gradués de 200 à 550°. Ils provenaient de la maison Geissler à Bonn, (nos 2348 et 2211) et avaient été vérifiés à la Reichs Anstalt de Berlin d'après le thermomètre à air ; les corrections à faire aux différentes températures étaient données sur les bulletins correspondants.

La correction due à la colonne émergeante a été calculée d'après la formule :

$$\theta = \frac{n\,(T - t)}{6100} \times \frac{3}{4}$$

établie par expérience aux environs de 435° par M. Radice[1], pour ces instruments employés avec l'étuve précédemment décrite :

θ = correction en degrés (toujours additive).
n = nombre de degrés émergeants.
T = température critique observée.
t = température moyenne de la tige émergeante.

Cette température t était prise au moyen d'un thermomètre fixé contre la tige du thermomètre de l'étuve et dont le réservoir était sensiblement au milieu de la colonne émergeante.

En outre de la correction indiquée par la Reichs Anstalt et de celle due à la colonne émergeante, il faut tenir compte de celle provenant de la variation du point zéro. Ce dernier a été contrôlé à intervalles réguliers. Il s'est maintenu, du reste, sensiblement constant après quelques expériences. Les mesures faites avec les deux

[1] Radice, *loc. cit.*

thermomètres sont très concordantes, toutes corrections faites, ainsi pour l'aniline :

t_c lue au thermomètre 2348 = 419,6 : t_c corrigée = 425,9
t_c lue au thermomètre 2211 = 422,9 : t_c corrigée = 425,7

Nous avons pensé, au début, employer pour la correction de température de la colonne émergeante le système des tiges auxiliaires de M. Guillaume[1], évidemment plus exact. En présence de la concordance de ces résultats, nous avons admis que la formule de correction adoptée était suffisante ; la suite de ces recherches nous a démontré que, dans la plupart des cas, l'erreur que l'on peut commettre ainsi est inférieure à celle provenant d'autres causes plus importantes que nous avons déjà signalées (impuretés, commencement d'altération chimique, etc.).

Nous devons ajouter que nous avons été frappés par le petit nombre de substances organiques complexes qui ne sont pas altérées à la température critique, si tant est même qu'il y en ait. En effet, l'aniline par exemple, paraît au premier abord très stable ; il suffit cependant d'une chauffe prolongée pendant vingt heures à une température voisine de la température critique pour que ce corps présente les phénomènes caractéristiques d'une décomposition absolument nette. Nous insistons spécialement sur ce point pour faire comprendre qu'une mesure rigoureusement exacte de la température critique de ces corps est un peu illusoire (du moins par les méthodes actuelles). Comme, d'autre part, ces décompositions faussent la valeur de t_c, tantôt

[1] Guillaume, *C. r.* *112*, p. 89. 1891.

dans un sens, tantôt dans l'autre, il est impossible sans expériences répétées et surtout prolongées, de déduire a priori, spécialement pour les corps facilement décomposables, quelle est, d'après la valeur observée, la valeur réelle de t_c. Et même avec ces expériences de contrôle, cette déduction ne peut mener qu'à une valeur approchée.

On ne saurait enfin assez appuyer sur le fait que la présence d'impuretés, même en quantité échappant aux méthodes usuelles d'analyses, fausse notablement les observations des constantes critiques. Leur influence est peut-être moindre pour t_c que pour p_c mais, elle n'est cependant en aucun cas négligeable. Nous citerons comme exemple à ce sujet, encore l'aniline que nous avons étudiée plus spécialement. La température critique de ce corps, déterminée sur un échantillon purifié déjà avec beaucoup de soin (échantillon A) s'est abaissée de 1°,5 environ après qu'on l'eût redistillé sur le sodium.

Détermination des pressions critiques. Dispositifs et instruments de mesure. — Méthode de M. Altschul.

L'appareil compresseur employé a été construit d'après la description donnée par MM. Ramsay et Young[1]. Il se compose essentiellement d'un fort cylindre de fer horizontal dans lequel entre à frottement un piston plongeur qui se meut par l'intermédiaire d'un pas de vis. Ce cylindre horizontal porte trois tubulures en acier, taraudées à leur partie supérieure et dans les-

[1] Ramsay et Young, *Ph. Tr. of Roy. Soc.*, 178, p. 59. Voir aussi Dict. Würtz, 2me suppl., article « Critique », p. 1447.

quelles peuvent ainsi se visser des boulons forés au centre.

Deux de ces tubulures ont reçu les tubes de cuivre allant aux manomètres dont nous nous sommes servis, désignés par les abrévations I et II ; la troisième a été reliée par un tube semblable à une douille épaisse en acier portant le même dispositif de serrage que les tubulures. C'est dans cette douille que se fixait le tube mis en expérience. Après divers essais plus ou moins heureux de serrage étanche, nous sommes revenus au dispositif initial, en nous servant de bouchons de caoutchouc souple serrés entre des rondelles de cuir fort, bien graissé ; ces dernières, si elles sont suffisamment larges, empêchent parfaitement le caoutchouc de s'introduire dans le pas de vis. On obtient un serrage encore plus énergique en intercalant une rondelle d'acier entre le cuir et le boulon, mais il est ensuite fort difficile de la sortir, sans retourner l'appareil, si l'on a à faire un changement des tubes.

Afin que les tubes ne puissent pas glisser et être refoulés au dehors par la pression, ils sont munis vers leur base d'un renflement que l'on fait entrer au milieu du bouchon de caoutchouc. L'appareil compresseur, les tubes de cuivre et les manomètres sont complétement remplis d'huile de vaseline. Avec cet appareil ainsi monté, nous avons pu arriver à une pression de près de 70 atm. sans observer de fuite sensible.

Les tubes-laboratoire employés, en verre ordinaire, étaient longs d'environ 30 cm., d'une épaisseur de 2 mm. avec un canal intérieur de 2 mm. de diamètre, et fermés à une extrémité ; l'autre bout s'engage dans la douille d'acier dont nous avons parlé. Ils sont remplis

aux $^2/_3$ de la substance à étudier qui est séparée de l'huile de vaseline par une colonne de mercure. Pour le remplissage nous nous sommes servis de petits entonnoirs terminés par un long tube de verre effilé. Vu la rapidité de l'opération, on n'a pas à craindre d'hydratation de la substance. Ces entonnoirs, soufflés dans un tube de verre, sont faits au moment de leur emploi et ne servent qu'une fois. Ils sont parfaitement propres et secs, le verre ayant été lavé soigneusement et porté ensuite à la température de ramolissement. On évite aussi, de cette manière, des nettoyages et des séchages toujours longs et souvent insuffisants. Les tubes servant à la confection des tubes-laboratoire et des entonnoirs ont été lavés à l'acide sulfurique et à l'acide chromique chauds, à l'eau distillée, à l'alcool absolu et enfin séchés dans un courant d'air sec et chaud, puis bouchés immédiatement.

Tout l'appareil était enfermé dans une cage assez vaste en bois, munie de portes et d'une vitre protectrice épaisse. La manivelle du piston plongeur et les manomètres étaient seuls au dehors.

Le tube était chauffé, en un point, à 8 ou 10 cm. de la pointe, par un bec Bunsen, une toile métallique étant interposée à un demi centimètre environ du tube.

Nous avons noté comme pression critique, les valeurs de la pression sous lesquelles les deux ménisques, qui se forment de chaque côté du point chauffé, disparaissent et reparaissent. Ces deux valeurs ont été du reste identiques dans toutes nos observations. En se plaçant sous un certain angle, on aperçoit sur le ménisque un point brillant dont la disparition et l'apparition sont très nettes. Ces deux phénomènes peuvent être

facilement observés dans un intervalle de pression inférieur à $^1/_{20}$ d'atmosphère. Les deux manomètres utilisés étaient des manomètres métalliques de la maison Richard frères à Paris. L'un (manom. I) était divisé en atmosphères de 0 à 70 atm., le second (manom. II) en $^1/_{10}$ de 20 à 50 atm.

Pour chacun d'eux, une table de correction, permettant de ramener les lectures aux indications du manomètre absolu, a été dressée au laboratoire de M. le professeur Kamerlingh Onnes à Leyde. Nous lui exprimons ici notre plus vive reconnaissance pour l'amabilité avec laquelle il a bien voulu faire procéder à la vérification de nos instruments.

Pour le manomètre I, la correction la plus forte est de — 1,3 atm. et pour le manomètre II de — 0,9 atm. Des mesures effectuées avec les deux manomètres sur une même substance dans des tubes différents, toutes corrections faites, peuvent être considérées comme suffisamment concordantes. Ainsi pour la naphtaline :

tube 1 :	p_c lue	(I) = 39,52	p_c corrig.	= 39,10
tube 2 :	»	(I) = 39,75	»	= 39,33
tube 3 :	»	(II) = 40,05	»	= 39,26

Quant à la concordance des lectures d'une même série, elle dépend uniquement de la pureté et de la stabilité de la substance étudiée. Pour les corps qui ne sont pas décomposés au point critique pendant la durée de l'expérience, la précision des phénomènes est telle que l'on aurait pu avec avantage employer des manomètres donnant $^1/_{50}$ d'atmosphère. Avec le manomètre II sur lequelle $^1/_{20}$ d'atmosphère était facilement appréciable, des corps tels que la naphtaline, le biphé-

nyle, le butyronitrile ont fourni des lectures ne s'écartant pas l'une de l'autre de plus de 0,02 à 0,03 atm. Et encore ces différences proviennent elles probablement de l'erreur de collimation.

Les variations possibles des manomètres et en particulier du manomètre II, après quelques mois d'usage ont été contrôlées par des mesures de la pression critique du butyronitrile, faites à des intervalles à peu près réguliers. Les écarts observés rentrent dans les limites des erreurs d'expérience. Exemple :

Le 20 mai	$p_c = 38,20$
Le 10 juin	» $= 38,07$
Le 26 juin	» $= 38,06$
Le 7 juillet	» $= 38,10$

Tous les corps ne se comportent pas de la même façon dans ces mesures de pression critique. C'est ainsi que pour la diméthylaniline, les lectures[1] successives indiquent nettement une décomposition :

$p_c = 36,7 — 36,75 — 36,8 — 37,0 — 36,95 — 37,0$, etc.

De même pour le propionitrile :

$p_c = 42,1 — 42,0 — 42,0 — 42,05 — 42,0 — 42,1 — 42,05 — 42,1$, etc.

L'influence d'une impureté se fait sentir aussi très vivement.

La *pipéridine* ayant absorbé spontanément un peu d'humidité nous a donné :

49,4 — 49,4 — 49,5 — 49,5 — 49,6 — 49,7 — 49,8 — 49,85 — 49,9

[1] Ces chiffres indiquent les valeurs données par le manomètre, c'est-à-dire non corrigées, comme ceux qui suivent.

alors que le même produit redistillé sur le sodium conduit à des lectures plus concordantes :

46,85 — 46,85 — 46,9 — 46,85 — 46,9 — 46,85 — 46,9 etc.

La *naphtaline* retenant un peu d'air a fourni les valeurs suivantes :

40,4 — 40,4 — 40,4 — 40,5 — 40,6 — 40,8 — 40,7 — 40,6 — 40,8 — 40,5

tandis que pure, elle est parmi les corps les plus stables et la pression critique en est très précise : 39,5 à 39,54 sur 10 lectures.

Ces observations viennent confirmer les remarques formulées dans la première partie de ce mémoire au sujet de l'influence de la pureté des corps sur les mesures des constantes critiques.

Il est probable que dans certains cas, les divergences des lectures ne sont dues qu'à des impuretés. Ainsi, d'après nos mesures, nous pensons que c'est le cas pour le propionitrile, quoique nous n'ayons pas d'autre raison de douter de sa pureté. Ce composé paraît en effet moins stable que l'acéto et le butyronitrile, ce qui n'a pas sa raison d'être, ce corps étant placé, naturellement, entre les deux autres.

En résumé, la question de la pureté et de la stabilité des corps au point critique est celle qui joue, selon nous, le rôle prépondérant dans les déterminations de constantes critiques. Le nombre des corps répondant d'une façon satisfaisante à cette double condition paraît assez restreint.

Précision relative des mesures.

Pour donner une idée de la précision relative des mesures, nous transcrivons ci-après deux séries d'ob-

servations se rapportant, la première à un corps stable, la seconde à un corps moins stable ; on trouvera plus loin (à propos de la diméthylaniline), des observations relatives à un corps donnant lieu à des phénomènes de décomposition.

1er Exemple : Naphtaline.

t_c obs. (non corrigée).		p^c obs. (non corrigée).
disparition	apparition	
		39,5
464,0	464,0	39,5
464,0	463,9	39,5
464,0	463,9	39,6
463,9	463,9	39,5
464,0	464,0	39,5
		39,6
		39,5
moyenne : t_c = 464,0		p_c = 39,52

2me Exemple : Capronitrile.

t_c obs. (non corrigée).		p_c obs. (non corrigée).
disparition	apparition	
		32,7
348,0	348,0	32,7
348,0	347,9	32,65
348,2	347,8	32,7
348,1	347,9	32,75
348,1	347,8	32,8
348,2	347,9	32,8
348,1	347,8	32,9
		32,9
moyenne : t_c = 348,0		p_c = 32,7

Pureté des corps étudiés.

Nos mesures ont été effectuées sur des échantillons qui avaient été purifiés avec grand soin pour d'autres déterminations physicochimiques (mesures thermochi-

miques de M. le prof. Louguinine, déterminations d'ascensions capillaires de MM. Dutoit et Friderich, etc.). Quelques-uns d'entre eux nous ont été fournis par M. le professeur Louguinine auquel nous exprimons ici toute notre gratitude. Nous les avons quelquefois redistillés tels quels ou sur le sodium. Seules, les déterminations relatives à l'aniline et à la diméthylaniline ont été effectuées sur des échantillons que nous avons purifiés nous-mêmes.

Pour caractériser le plus possible les échantillons des substances sur lesquelles nous avons opéré, il nous a semblé utile d'en déterminer l'indice de réfraction ainsi que le coefficient de viscosité.

Indices de réfraction.

Ils ont été déterminés par la méthode usuelle, au moyen d'un réfractomètre de Pullfrich (ancien modèle) et uniquement pour la raie D.

Coefficients de viscosité.

Ils ont été mesurés au moyen de l'appareil décrit par M. Ostwald[1], qui donne des résultats très suffisamment précis. Le viscosimètre a été gradué avec du benzène pur. La constante de l'appareil établie ainsi, par une dizaine de déterminations, faites à une température voisine des mesures subséquentes, a été trouvée égale à 0,00003822.

(A suivre.)

[1] Ostwald. Lehrb. der allg. Chem. 2e édit., t. 1, p. 550. Pour les précautions à prendre et le mode opératoire, voir Guye et Friderich, *Bl.*, 3e série, t. 19, p. 163, 1898.

SUR QUELQUES DÉRIVÉS

DU

P-SULFOCHLORURE

ET DE L'O-NITRO-P-SULFOCHLORURE DE TOLUÈNE

PAR

Frédéric REVERDIN et Pierre CRÉPIEUX

Dans notre précédente communication sur le même sujet (*Archives des Sciences phys. et nat.*, 1901, t. XI, p. 325), il s'est glissé deux erreurs que nous tenons à rectifier.

1° L'*éther toluène-p-sulfonique du p-nitrophénol* avait déjà été décrit dans un travail qui nous avait échappé (*Berichte*, t. 34, p. 240), par Bamberger et Rising ; ces auteurs l'avaient préparé par un procédé un peu différent.

2° La *di-o-nitrotoluène-p-sulfone-m-phénylène-diamine* fond à 197° et non pas au-dessus de 300° comme nous l'avions indiqué par erreur.

Nous avons, avec la collaboration de M. le Dr G. Dörr, complété la série des dérivés des phénylène-diamines par la préparation des composés suivants :

Di-toluène-p-sulfone-o-phénylènediamine

$$\begin{array}{ll} C^6H^4.CH^3.SO^2\ HN\diagdown & (1) \\ \qquad\qquad\qquad C^6H^4 & \\ C^6H^4.CH^3.SO^2\ HN\diagup & (2) \end{array}$$

On l'obtient en faisant bouillir, pendant une heure, les solutions alcooliques de p-sulfochlorure de toluène et d'o--phénylènediamine. Le liquide laisse déposer par concentration et addition d'une petite quantité d'eau, le composé ci-dessus qui, après cristallisation dans l'alcool étendu, est en aiguilles blanches, fusibles à 201-202°. Il est facilement soluble dans l'alcool étendu, dans l'acide acétique cristallisable, l'alcool méthylique, le chloroforme, le benzène et l'acétone, difficilement soluble dans la ligroïne.

0.1924 Sbst.	12.3^{cc} N (13°.719^{mm})
$C^{20}H^{20}O^4N^2S^2$	Calculé N = 6.73 %
	Trouvé N = 7.14

Di-o-nitrotoluène-p-sulfone-o-phénylènediamine

$$\begin{array}{ll} C^6H^3.NO^2.CH^3.SO^2\ HN\diagdown & (1) \\ \qquad\qquad\qquad C^6H^4 & \\ C^6H^3.NO^2.CH^3.SO^2\ HN\diagup & (2) \end{array}$$

Préparée de la même manière que le dérivé précédent en partant de l'o-nitro-p-sulfochlorure de toluène, elle cristallise dans l'acide acétique étendu en aiguilles blanches, fusibles à 162-163°. Elle se dissout facilement dans les dissolvants ordinaires à l'exception de la ligroïne dans laquelle elle est difficilement soluble.

0.1882 Sbst.	19.8^{ccm}N (18°,716^{mm})
$C^{20}H^{18}O^8N^4S^2$	Calculé N = 11.07 %
	Trouvé N = 11.38

Di-toluène-p-sulfone-m-phénylènediamine

$$\begin{array}{l} C^6H^4.CH^3.SO^2\ HN \diagdown \\ \qquad\qquad\qquad\qquad\quad C^6H^4 \\ C^6H^4.CH^3.SO^2\ HN \diagup \end{array} \qquad \begin{array}{l} (1) \\ \\ (3) \end{array}$$

Ce produit, qui peut être préparé par la méthode habituelle, a été aussi obtenu, avec un très bon rendement, en ajoutant peu à peu une solution de 1 partie de p-sulfochlorure de toluène dans 1 partie de pyridine, à une solution de 1 p. de m-phénylènediamine dans 1 $\frac{1}{2}$ p. de pyridine. Le mélange s'échauffe jusque vers 70° (en faisant la réaction avec 2.5 gr. de base); lorsque la température a baissé, on dissout le produit de la réaction dans l'alcool et on introduit cette solution, en remuant, dans une grande quantité d'eau additionnée de HCl; la substance se précipite un peu colorée, on filtre, on dissout à la température du bain-marie dans de la lessive de soude étendue, additionnée d'une petite quantité de noir animal et on précipite de nouveau par HCl; on fait ensuite cristalliser dans l'acide acétique étendu (1,5 p. d'acide acétique et 1 p. d'eau). Le produit ainsi purifié est en aiguilles blanches, fusibles à 172°; il est facilement soluble à chaud dans l'alcool pur ou étendu, ainsi que dans l'acide acétique étendu ou non; il est saponifié par H^2SO^4 conc. à froid.

0.1640 Sbst.	$10^{cc}.5$ N (15°,730^{mm})
$C^{20}H^{20}O^4N^2S^2$	Calculé N = 6.73 %
	Trouvé N = 7.20

Di-o-nitrotoluène-p-sulfone-p-phénylènediamine

$$\begin{array}{lll} C^6H^3.NO^2.CH^3.SO^2\ HN\diagdown & & (1) \\ & C^6H^4 & \\ C^6H^3.NO^2.CH^3.SO^2\ HN\diagup & & (4) \end{array}$$

Préparée de la même manière que les dérivés correspondants de l'o- et de la m-phénylènediamine, elle cristallise dans l'acétone étendue d'eau en prismes légèrement colorés en jaune qui ne sont pas encore fondus à 250°. Elle est difficilement soluble dans l'alcool, presque insoluble dans le benzène, la ligroïne, le chloroforme et l'acide acétique cristallisable, assez soluble dans l'acétone à chaud.

0.2220 Sbst. 22.2^{cc} N (13°.722^{mm})
$C^{20}H^{18}O^8N^4S^2$ Calculé N = 11.07 %
Trouvé N = 11.21

Les points de fusion des différents dérivés sont donc :

Di-toluène-p-sulfone-o-phénylène-diamine	201-202
» » » -m- » »	172°
» » » -p- » »	au-dessus de 250°
Di-o-nitrotoluène-p-sulfone-o-phénylène-diamine	162-163°
» » » -m- » »	197°
» » » -p- » »	au-dessus de 250°

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1900

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

R. GAUTIER

Professeur et directeur de l'Observatoire de Genève.

(*Suite et fin*[1].)

II. Pression atmosphérique.

Genève. — Le baromètre normal de Noblet a servi aux six observations trihoraires diurnes. Sa correction, déterminée en 1892, est de $+ 0^{mm}43$. L'altitude absolue de l'extrémité de la pointe d'ivoire, correspondant au zéro du baromètre, est de $404^{m}91$, si l'on admet, comme hauteur absolue du repère de la Pierre du Niton, la valeur $373^{m}54$, indiquée comme la plus probable dans la 9me livraison du « Nivellement de précision de la Suisse ».

Les indications pour les deux observations nocturnes de 1 h. et de 4 h. du matin, ainsi que pour les minima et les maxima diurnes, sont fournies par le barographe horaire de Hipp dont les constantes sont soigneusement déterminées chaque mois. Le baromètre à enregis-

[1] Voir *Archives*, janvier 1902, t. XIII, p. 55.

trement continu de Redier, donné à l'Observatoire par Philippe Plantamour, complète parfois ces données, et, grâce à sa forte amplification, fournit des courbes intéressantes lors des brusques changements de pression.

Grand Saint-Bernard. — Le baromètre de Gourdon, donné à l'Hospice par Auguste de la Rive en 1829, sert aux six observations diurnes. Sa correction, déterminée en 1891, était de — $0^{mm}20$. Elle a été vérifiée à nouveau en octobre 1900 et trouvée égale à + $0^{mm}05$. Cette nouvelle valeur n'a pas été appliquée aux derniers mois de l'année 1900, afin de ne pas empêcher la comparaison des pressions atmosphériques mensuelles.

Les valeurs de la pression atmosphérique à 1 h. et à 4 h. du matin, ainsi que les minima et les maxima diurnes sont relevés sur un barographe horaire de Hottinger qui a été décrit dans le « Résumé » de 1884.

Dans les *deux stations,* la moyenne des huit observations trihoraires donne la *moyenne diurne* de la *pression atmosphérique.*

1° *Moyennes générales. — Variation diurne. — Écarts.*

Le *tableau XIII* donne, pour *Genève,* les valeurs moyennes de la pression atmosphérique pour les treize mois, les saisons et l'année, météorologique et civile ; il donne en outre, pour ces deux périodes, la variation diurne exprimée par les différences entre les moyennes générales et les moyennes des huit observations trihoraires.

Le *tableau XIV* fournit les indications analogues

XIII. GENÈVE, 1900. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1899	724,73	+0,13	-0,02	+0,05	+0,60	-0,29	-0,38	-0,11	+0,02
Janvier 1900 .	726,08	-0,14	-0,16	+0,01	+0,58	-0,01	-0,13	-0,02	-0,13
Février	719,98	+0,12	-0,10	+0,01	+0,24	-0,27	-0,38	+0,10	+0,28
Mars	723,78	+0,11	-0,12	+0,23	+0,35	-0,17	-0,57	-0,07	+0,24
Avril	726,23	+0,11	-0,01	+0,34	+0,39	-0,06	-0,64	-0,34	+0,21
Mai	724,33	+0,12	-0,05	+0,30	+0,26	-0,18	-0,54	-0,29	+0,38
Juin	726,68	+0,14	+0,07	+0,44	+0,29	-0,16	-0,63	-0,31	+0,16
Juillet	728,23	+0,22	+0,16	+0,47	+0,31	-0,22	-0,72	-0,49	+0,27
Août.	727,29	+0,15	+0,06	+0,36	+0,37	-0,11	-0,54	-0,40	+0,11
Septembre . .	730,33	+0,22	+0,05	+0,31	+0,60	-0,08	-0,66	-0,45	+0,01
Octobre	729,12	+0,02	-0,07	+0,27	+0,56	-0,12	-0,59	-0,23	+0,16
Novembre . . .	722,65	+0,25	+0,12	+0,06	+0,47	-0,26	-0,47	-0,10	-0,07
Décembre . . .	730,47	-0,16	-0,21	0,00	+0,63	-0,12	-0,26	+0,05	+0,07
Hiver	723,72	+0,03	-0,09	+0,03	+0,48	-0,19	-0,29	-0,02	+0,05
Printemps. . .	724,76	+0,12	-0,06	+0,28	+0,33	-0,14	-0,58	-0,23	+0,28
Été	727,41	+0,17	+0,10	+0,42	+0,33	-0,17	-0,63	-0,40	+0,18
Automne . . .	727,39	+0,17	+0,03	+0,22	+0,54	-0,16	-0,57	-0,26	+0,03
Année météor.	725,83	+0,12	-0,01	+0,24	+0,42	-0,16	-0,52	-0,23	+0,14
Année civile. .	726,31	+0,10	-0,02	+0,24	+0,42	-0,15	-0,51	-0,22	+0,14

XIV. SAINT-BERNARD. 1900. — PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne.	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1899.	558,98	+0,26	+0,02	-0,13	+0,16	-0,28	-0,19	+0,05	+0,11
Janvier 1900 . .	559,82	+0,17	+0,05	-0,08	+0,28	-0,15	-0,12	-0,08	-0,07
Février	557,01	+0,02	-0,12	-0,13	+0,05	-0,17	-0,13	+0,21	+0,27
Mars	557,18	+0,24	-0,23	-0,32	-0,09	-0,07	-0,13	+0,26	+0,34
Avril	562,07	+0,09	-0,34	-0,29	-0,02	+0,01	-0,01	+0,20	+0,36
Mai.	562,89	+0,19	-0,21	-0,33	-0,12	-0,03	+0,04	+0,13	+0,33
Juin	567,36	+9,06	-0,14	-0,30	-0,11	-0,05	0,00	+0,17	+0,37
Juillet	569,91	+0,14	-0,23	-0,25	-0,10	+0,01	0,00	+0,11	+0,32
Août	567,83	+0,15	-0,20	-0,24	-0,06	-0,05	-0,03	+0,10	+0,33
Septembre . . .	570,99	+0,17	-0,13	-0,20	+0,06	-0,04	-0,14	+0,07	+0,21
Octobre.	567,07	+0,09	-0,11	-0,20	+0,17	-0,08	-0,14	+0,05	+0,22
Novembre . . .	559,66	+0,42	+0,09	-0,05	+0,14	-0,25	-0,21	-0,07	-0,07
Décembre . . .	565,36	+0,03	-0,11	-0,14	+0,23	-0,14	-0,12	+0,13	+0,12
Hiver	558,66	+0,15	-0,01	-0,11	+0,16	-0,20	-0,14	+0,06	+0,09
Printemps . . .	560,70	+0,17	-0,26	-0,31	-0,07	-0,03	-0,04	+0,19	+0,35
Été	568,37	+0,12	-0,19	-0,26	-0,09	-0,03	-0,01	+0,12	+0,34
Automne	565,92	+0,22	-0,05	-0,15	+0,12	-0,12	-0,16	+0,02	+0,12
Année météor .	563,43	+0,16	-0,13	-0,21	+0,03	-0,09	-0,09	+0,10	+0,23
Année civile . .	563,97	+0,15	-0,14	-0,21	+0,04	-0,09	-0,08	+0,10	+0,23
Si l'on prend la différence des pressions atmosphériques observées à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :									
Hiver	165,06	-0,12	-0,08	+0,14	+0,32	+0,01	-0,15	-0,08	-0,04
Printemps . . .	164,06	-0,05	+0,20	+0,59	+0,40	-0,11	-0,54	-0,42	-0,07
Été	159,04	+0,05	+0,29	+0,68	+0,42	-0,14	-0,62	-0,52	-0,16
Automne	161,47	-0,05	+0,08	+0,37	+0,42	-0,04	-0,41	-0,28	-0,09
Année météor .	162,40	-0,04	+0,12	+0,45	+0,39	-0,07	-0,43	-0,33	-0,09
Année civile . .	162,34	-0,05	+0,12	+0,45	+0,38	-0,06	-0,43	-0,32	-0,09

pour le *Grand Saint-Bernard.* Ce tableau fournit aussi les différences entre les pressions moyennes de Genève et du Grand Saint-Bernard pour les quatre saisons et pour l'année. Ces différences correspondent au poids de la couche d'air comprise entre les deux stations. En prenant les moyennes de l'année météorologique seule : 725^{mm}83 pour Genève et 563^{mm}43 pour le Grand Saint-Bernard ; puis les températures moyennes annuelles : + 9°93 et — 1°76 ; enfin les moyennes annuelles de la fraction de saturation : 0,76 et 0,80, on peut calculer la différence d'altitude entre les deux stations.

Les tables hypsométriques d'E. Plantamour donnent pour cette différence d'altitude la valeur 2066^{m}7.

Le nivellement direct exécuté avec le niveau à lunette, en 1855, par E. Plantamour et le colonel Burnier, avait donné la valeur 2070^{m}3.

Le *tableau XV* donne les résultats de la comparaison

XV

Époque.	ÉCARTS Genève.	Saint-Bernard.	Genève-St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1899 ...	— 3,23	— 3,34	+ 0,11
Janvier 1900.....	— 1,29	— 0,67	— 0,62
Février.....	— 6,86	— 3,23	— 3,63
Mars.....	— 1,25	— 2,53	+ 1,28
Avril.....	+ 1,46	+ 0,44	+ 1,02
Mai.....	— 0,91	— 0,95	+ 0,04
Juin.....	— 0,51	+ 0,25	— 0,76
Juillet.....	+ 0,58	+ 1,43	— 0,85
Août.....	— 0,37	— 0,57	+ 0,20
Septembre.....	+ 2,70	+ 3,54	— 0,84
Octobre.....	+ 2,62	+ 2,47	+ 0,15
Novembre.....	— 3,20	— 2,37	— 0,83
Décembre.....	+ 2,51	+ 3,04	— 0,53
Année météor.....	— 0,81	— 0,45	— 0,36
Année civile.....	— 0,33	+ 0,09	— 0,42

entre les moyennes mensuelles et annuelles et les valeurs normales déduites par E. Plantamour des années de 1836 à 1875 pour Genève, et des années de 1841 à 1867, pour le Grand Saint-Bernard.

La hauteur barométrique moyenne de l'année est inférieure à la normale de 40 ans à Genève. Au Grand Saint-Bernard il en est de même pour l'année météorologique, tandis que pour l'année civile la hauteur dépasse un peu la normale de 27 ans.

Parmi les écarts mensuels, il y en a 8 négatifs et 5 positifs à Genève, 7 négatifs et 6 positifs au Grand Saint-Bernard. Les écarts ont des signes contraires au seul mois de juin. La discordance entre les deux stations est maximum au mois de février où elle dépasse $3^{mm}6$.

L'écart négatif le plus fort est celui du mois de février à Genève (— $6^{mm}9$), et de décembre 1899 au Grand Saint-Bernard (— $3^{mm}3$). L'écart positif le plus marqué est celui de septembre aux deux stations.

2° *Ecarts diurnes. — Anomalies.*

Les *tableaux XVI* et *XVII* renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité de la pression atmosphérique dans les deux stations. Ils donnent des indications sur les écarts entre la valeur moyenne du baromètre pour chaque jour et la valeur normale, puis sur les écarts entre deux jours consécutifs. Pour les deux catégories d'écarts, ils fournissent les valeurs moyennes et les valeurs extrêmes.

XVI. GENÈVE 1900 — Pression atmosphérique

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1899	19	12	3	± 5,98	-17,89 le 14	+ 8,47 le 4	± 3,49	- 9,04 le 7	+ 6,81 le 30
Janv. 1900.	17	14	6	5,85	-19,85 le 29	+ 9,60 le 20	3,49	-14,08 le 28	+ 9,13 le 19
Février . .	24	4	4	7,12	-17,03 le 20	+ 1,86 le 15	3,14	- 8,38 le 16	+ 7,60 le 22
Mars. . . .	18	13	5	5,87	-11,90 le 17	+10,03 le 10	2,28	- 9,81 le 16	+ 4,94 le 6
Avril. . . .	15	15	5	4,49	- 8,07 le 8	+12,06 le 20	2,30	- 6,42 le 7	+ 4,40 le 11
Mai	18	13	7	3,16	-11,20 le 14	+ 4,60 le 28	2,26	- 6,23 le 14	+ 5,36 le 4
Juin . . .	15	15	5	2,41	- 8,47 le 4	+ 6,17 le 14	1,70	- 4,96 le 25	+ 3,69 le 6
Juillet . . .	14	17	7	2,01	- 4,36 le 12	+ 5.06 le 9	1,68	- 5,44 le 11	+ 2,77 le 8
Août	20	11	6	2,83	- 4,68 le 22	+ 5,82 le 12	1,53	- 3,65 le 15	+ 4,65 le 28
Septembre.	4	26	3	3,05	- 0,99 le 28	+ 7,31 le 22	1,49	- 3,92 le 24	+ 3,29 le 21
Octobre . .	*9	21	9	3,55	- 5,17 le 26	+11,11 le 8	2,08	- 6,17 le 26	+ 6,56 le 28
Novembre .	24	6	5	4,65	-16,42 le 29	+ 6,24 le 1	2,82	-12,05 le 29	+ 8,52 le 22
Décembre .	8	23	4	6,35	-12,08 le 31	+12,40 le 16	2,48	- 7.62 le 31	+ 7,33 le 3
Année mét.	197	167	65	± 4,23	-19,85 le 29 janv. 1900.	+12,06 le 20 avril 1900.	± 2,35	-14,08 le 28 janvier 1900.	+ 9,13 le 19 janvier 1900.
Année civ.	186	178	66	4,26	» »	+12,40 le 16 décembre 00.	2,27	» »	» »

* Le 12 octobre, l'écart est nul

XVII. SAINT-BERNARD, 1900. — Pression atmosphérique.

Époque	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. . 1899	18	13	4	± 5,74	-15,77 le 14	+ 7,75 le 1	± 2,63	- 6,27 le 8	+ 5,68 le 30
Janvier 1900	18	13	7	5,03	-18,60 le 29	+ 8,62 le 20	3,11	-12,46 le 28	+ 6,69 le 31
Février . . .	23	5	4	4,90	-12,19 le 20	+ 8,88 le 25	2,74	- 7,64 le 20	+ 7,32 le 22
Mars	22	9	2	5,81	- 9,70 le 18	+ 9,66 le 11	2,32	- 5,95 le 17	+ 6,13 le 6
Avril	17	13	2	4,41	- 9,34 le 8	+10,33 le 21	2,16	- 4,58 le 24	+ 6,12 le 11
Mai	19	12	8	3,17	- 8,24 le 15	+ 4,41 le 5	2,14	- 5,33 le 8	+ 4,18 le 27
Juin	13*	16	2	2,03	- 3,56 le 26	+ 4,67 le 17	0,89	- 2,53 le 26	+ 1,89 le 9
Juillet	12	19	6	2,84	- 4,74 le 7	+ 7,23 le 17	1,62	- 3,19 le 3	+ 2,82 le 9
Août	20	11	7	1,90	- 5,82 le 5	+ 2,89 le 31	1,27	- 3,28 le 15	+ 2,20 le 9
Septembre .	0	30	0	3,86	+ 0,38 le 9**	+ 8,41 le 22	1,00	- 2,50 le 24	+ 2,39 le 21
Octobre. . .	10	21	6	3,86	- 4,83 le 27	+11,45 le 8	2,26	- 4,97 le 26	+ 5,61 le 23
Novembre. .	24	6	5	4,23	-12,57 le 30	+ 7,46 le 1	2,27	- 4,89 le 28	+ 4,86 le 22
Décembre . .	8	23	4	5,99	- 9,53 le 1	+11,87 le 17	2,24	- 6,36 le 31	+ 6,22 le 8
Ann. météor.	196	168	53	± 3,98	-18,60 le 29 janvier 1900.	+11,45 le 8 oct. 1900	± 2,03	-12,46 le 28 janvier 1900.	+7,32 le 22 février 1900.
Année civile .	186	178	53	4,00	« «	+11,87 le 17 décembre 00.	2,00	« «	« «

* Le 30 juin l'écart et nul. ** Tous les écarts sont positifs.

3° *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

Les *tableaux XVIII et XIX* donnent les maxima et les minima absolus pour les treize mois et pour l'année aux deux stations.

A *Genève*, les extrêmes moyens et absolus ont, d'après les publications antérieures, les valeurs suivantes :

minimum extrême moyen : $705^{mm}05$
» » absolu : $700^{mm}16$ (26 XII 1856).
maximum extrême moyen : $741^{mm}03$
» » absolu : $748^{mm}71$ (17 I 1882).

Les extrêmes de l'année 1900 ne présentent rien d'extraordinaire. Ils se rapprochent des valeurs des extrêmes moyens avec, cependant, une amplitude inférieure à la moyenne.

Au *Grand Saint-Bernard* les extrêmes dépassent les chiffres de l'année précédente et l'amplitude est plus forte qu'en 1899. Elle est aussi plus forte qu'à Genève.

XVIII. GENÈVE, 1900.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1899.	708,19	le 14	736,96	le 3	28,77
Janv. 1900.	706,51	le 29	738,62	le 20	32,11
Février ...	707,32	le 19	731,52	le 15	24,20
Mars	710,46	le 22	736,47	le 10	26,01
Avril.....	714,37	le 8	738,27	le 20	23,90
Mai	713,19	le 14	731,25	le 28	18,06
Juin.....	717,38	le 4	733,70	le 14	16,32
Juillet	722,17	le 2	733,75	le 17	11,58
Août	719,80	le 27	734,60	le 12	14,80
Septembre.	724,87	le 28	735,09	le 22	10,22
Octobre...	718,09	le 26	738,72	le 8	20,63
Novembre.	708,20	le 28	732,74	le 1	24,54
Décembre .	714,20	le 31	740,35	le 16	26,15
Année météor..	706,51	le 29 janv. 00	738,72	le 8 oct. 00	32,21
Année civile..	»	»	740,35	le 16 déc. 00	33,84

XIX. GRAND SAINT-BERNARD, 1900.

Époque.	Minimum absolu.	Date.	Maximum absolu.	Date.	Amplitude
	mm		mm		mm
Déc. 1899..	545,30	le 15	571,10	le 1	25,80
Janv. 1900.	541,56	le 29	570,26	le 20	28,70
Février ...	546,40	le 20	569,16	le 25	22,76
Mars	548,20	le 18	570,02	le 10	21,82
Avril.....	549,70	le 8	572,80	le 21	23,10
Mai	554,36	le 14	569,99	le 28	15,63
Juin.....	561,46	le 4	571,98	le 17	10,52
Juillet	562,80	le 7	576,06	le 17	13,26
Août	562,64	le 5	572,30	le 13	9,66
Septembre.	567,54	le 30	575,20	le 23	7,66
Octobre...	557,87	le 27	577,18	le 8	19,31
Novembre.	548,83	le 30	570,52	le 1	21,69
Décembre..	550,90	le 1	573,80	le 17	22,90
Année météor..	541,56	le 29 janv. 00	577,18	le 8 oct. 00	35,62
Année civile..	»	»	»	»	»

III. Humidité de l'air.

Depuis l'année 1884, la tension de la vapeur d'eau n'est plus calculée, *à Genève*, et l'humidité de l'air n'est représentée que par la *fraction de saturation*.

Pour les six observations diurnes, cet élément est déduit de l'observation des deux thermomètres du psychromètre. Pour les deux observations de nuit, 1 h. et 4 h. du matin, les valeurs de la fraction de saturation sont relevées sur les diagrammes de l'hygromètre enregistreur Richard.

Le *tableau XX* fournit, pour les huit observations trihoraires, les données moyennes de la fraction de saturation, pour les treize mois, les saisons et l'année; puis la valeur de la *fraction de saturation moyenne* pour les mêmes périodes; enfin les minima et les maxima absolus; lorsque le maximum correspond à la *saturation* complète, le nombre des cas de saturation est indiqué.

Afin de rendre l'évaluation des *cas de saturation* comparable avec celle de l'ancien système des observations bihoraires, usité jusqu'en 1883, on a aussi calculé, comme précédemment, la *fréquence relative de la saturation* pour les mois, les saisons et l'année.

Le *tableau XXI* donne les *écarts* de la fraction de saturation et de la fréquence de la saturation avec les valeurs normales des « Nouvelles études sur le Climat de Genève », de E. Plantamour.

L'année 1900 a été plutôt sèche, quoique à un moindre degré que la précédente. Il y a dix mois sur

XX. GENÈVE. 1900. — Fraction de saturation en millièmes

Époque	1 h. m	4h.m.	7h.m.	10h m	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10h.s.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu	Fréquence relative de la saturation
Déc. 1899 .	873	880	885	832	788	806	849	871	848	460	1000, 25 fois	0.101
Janvier 1900	858	873	890	838	757	754	822	871	833	490	1000, 4 »	0.016
Février. .	845	841	864	814	686	724	769	824	796	360	1000, 4 »	0.018
Mars	808	823	828	734	620	623	714	774	740	380	1000, 5 »	0.020
Avril	750	786	799	617	531	520	616	728	668	320	1000, 4 »	0.017
Mai	821	854	775	638	565	536	655	750	699	170	1000, 2 »	0.008
Juin	834	884	778	612	508	472	589	729	676	300	960,	0.000
Juillet . . .	838	894	749	598	501	489	584	725	672	240	990,	0.000
Août	852	900	783	642	539	530	641	726	702	290	1000, 9	0.036
Septembre .	920	939	898	763	645	629	768	860	803	300	1000, 13 »	0.054
Octobre . .	886	912	902	738	644	652	809	852	800	360	1000, 17 »	0.069
Novembre .	906	899	909	832	744	770	852	885	850	510	1000, 11 »	0.046
Décembre .	919	931	927	885	821	840	878	900	888	610	1000, 47 »	0,190
Hiver. . . .	859	866	880	828	746	763	815	856	827	360	1000, 33 fois	0.046
Printemps .	794	821	801	663	572	560	662	751	703	170	1000, 11 »	0.015
Été	841	893	770	617	516	497	605	727	683	240	1000, 9	0.012
Automne . .	904	917	903	777	677	683	810	865	817	300	1000, 41 »	0.056
Ann. météor.	849	874	838	721	627	625	722	799	757	170	1000, 94 fois	0.032
Année civile .	853	878	841	725	630	628	725	802	760	170	1000 116 »	0.040

treize à écarts négatifs, mais aucun n'est très élevé. Le plus fort est celui d'octobre, avec — 31. L'écart maximum positif est celui de septembre, avec + 33.

Le nombre des cas de saturation est faible, continuant ainsi la série des années précédentes. Il n'y a que quatre mois, sur treize, présentant des écarts positifs, faibles, pour la fréquence relative de la saturation. L'écart négatif le plus accusé est celui de janvier.

XXI. GENÈVE, 1900.

Époque	Fraction de saturation. Moyennes (1849-1875)	Fraction de saturation. Écarts pour 1900	Fréquence relative de la saturation. Moyennes (1849-1875)	Fréquence relative de la saturation. Écarts pour 1900
				mm
Décembre 1899..	865	— 17	0,147	— 0,046
Janvier 1900....	857	— 24	0,145	— 0,129
Février.....	819	— 23	0,096	— 0,078
Mars.....	754	— 14	0,039	— 0,019
Avril.....	697	— 29	0,016	+ 0,001
Mai.....	704	— 5	0,016	— 0,008
Juin.....	698	— 22	0,010	— 0,010
Juillet.....	679	— 7	0,006	— 0,006
Août.....	710	— 8	0,009	+ 0,027
Septembre.....	770	+ 33	0,025	+ 0,029
Octobre.....	831	— 31	0,083	— 0,014
Novembre.....	833	+ 17	0,067	— 0,021
Décembre.....	865	+ 23	0,147	+ 0,043
Année météorol..	768	— 11	0,055	— 0,023
Année civile.....	768	— 8	0,055	— 0,015

Au *Grand-Saint-Bernard* les observations de l'humidité ne se faisaient plus depuis l'année 1856. Elles ont recommencé en octobre 1900 par l'installation, dans la nouvelle station, de deux hygromètres à cheveu, dont un enregistreur de Richard (voir au bulletin mensuel d'octobre). Il n'y a pas de valeur moyenne à donner

pour cette année, mais je tiens à signaler quelques cas de sécheresse remarquable de l'air : la *fraction de saturation* a eu les valeurs suivantes, inférieures à 10 %:

5 % le 16 octobre, de 5 h. ½ à 7 h. du matin
5 % le 9 décembre à 1 h. du soir.
7 % » 9 »

IV. Vents.

Genève. — L'observation des vents se fait de deux manières différentes : 1° six fois par jour, à l'ancienne girouette, en estimant la force du vent par les chiffres de 0 à 6 de la demi-échelle de Beaufort ; 2° au moyen de l'anémographe de MM. Richard frères, enregistrant automatiquement la direction et la vitesse du vent.

Le *tableau XXII* donne les résultats généraux du premier système d'observation. Il fournit pour les différents mois et pour l'année, le nombre de calmes et le nombre de fois où le vent à été observé, avec la force 1 ou avec une force supérieure, dans chacune des seize directions de la rose des vents, le chiffre indiqué tenant compte du facteur (1 à 6) représentant la force du vent.

Le *tableau XXIII* contient les résultats que l'on peut déduire du précédent au point de vue de la résultante finale des vents à Genève.

Le *tableau XXIV* est le relevé des jours de forte bise (NNE) et de fort vent du midi (SSW). Il y a eu 38 jours de forte bise de plus que la moyenne (42) dans l'année météorologique et 32 de plus dans l'année civile : puis 23 jours de fort vent du midi de plus que la moyenne

XXII. *Vents observés à Genève dans l'année 1900.*

	Décemb. 1899	Janvier 1900.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	Année météor.	Année civile.
Calme..	101	60	61	49	40	44	48	52	41	70	100	88	106	754	759
N.....	11	22	21	31	41	39	48	49	29	41	18	14	5	364	358
NNE...	97	40	7	143	71	108	12	50	67	22	19	36	5	672	580
NE....	2	8	2	3	1	2	5	3	2	4	4	5	5	41	44
ENE...	5	2	1	0	5	0	0	1	1	1	1	1	1	18	14
E.....	3	6	1	0	5	2	0	0	1	3	1	2	4	24	25
ESE...	2	1	0	1	1	0	3	3	0	1	0	0	0	12	10
SE.....	3	10	3	2	1	2	1	2	1	3	2	3	10	33	40
SSE....	0	1	5	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3	9	12
S.....	6	7	4	3	4	1	5	3	3	7	0	9	2	52	48
SSW...	9	36	70	44	47	36	48	36	72	20	24	30	29	472	492
SW....	6	7	2	4	6	1	12	5	4	5	10	4	6	66	66
WSW..	3	10	12	3	9	5	1	6	20	1	3	4	5	77	79
W.....	0	5	2	0	2	2	2	0	0	1	0	0	1	14	15
WNW..	0	0	1	0	0	4	0	0	4	0	0	0	1	9	10
NW....	1	2	2	1	2	2	5	1	0	1	3	0	1	20	20
NNW..	1	2	2	4	3	6	15	17	2	0	1	1	2	54	55

XXIII. GENÈVE 1900.

ÉPOQUE	RAPPORT Vents NNE. à SSW.	RÉSULTANTE Direction.	RÉSULTANTE Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Décembre 1899...	5,24	N 5°,9 E	44,9	54.3
Janvier 1900.....	1,40	N 39,3 E	8,3	32.3
Février	0,40	S 22,6 W	53,2	36.3
Mars.....	3,47	N 16.3 E	66.8	26,3
Avril	2,02	N 4,0 E	32,4	22,2
Mai.....	3,90	N 9,1 E	60,0	23,7
Juin.....	1.00	N 54,0 W	18,9	26,7
Juillet	2,32	N 4,3 W	30,6	28,0
Août.....	1,24	N 31,8 W	14,7	22,0
Septembre.....	2,10	N 7,5 E	18,7	38.9
Octobre.....	1,21	N 39,0 W	6,9	53,8
Novembre.....	1.28	N 28.6 E	5.0	48.9
Décembre.....	0.41	S 9.6 W	15,4	57,0
Année météor....	1,83	N 1,1 E	22,3	34,4
Année civile.....	1,62	N 5,2 W	17,3	34,7

(44), dans l'année météorologique et 26 de plus dans l'année civile. L'année a donc été riche en jours où le vent a soufflé avec force, soit du NNE, soit du SSW, surtout en jours de bise.

XXIV. GENÈVE 1900.

Époque	Nombre de jours de forte bise	Nombre de jours de fort vent du midi
Décembre 1899 ...	7	2
Janvier 1900.....	5	5
Février.....	0	11
Mars	12	6
Avril	10	8
Mai.....	15	6
Juin.....	5	9
Juillet	10	7
Août.....	6	10
Septembre.....	4	0
Octobre.....	2	3
Novembre.....	4	0
Décembre.....	1	5
Hiver.....	12	18
Printemps.....	37	20
Été.....	21	26
Automne.....	10	3
Année météor.....	80	67
Année civile.....	74	70

Le petit tableau suivant donne les résultats du deuxième système d'observation du vent, au moyen de l'anémographe Richard. Il indique, pour les différents mois de l'année, la *vitesse moyenne du vent*, exprimée en *kilomètres par heure*, sans faire de distinction suivant la direction du vent :

	Km. p. h.		Km. p. h.
Décembre 1899	9.48	Juin 1900.....	7.21
Janvier 1900 ..	7.41	Juillet.....	7.73
Février.....	7.74	Août	9.14
Mars.....	11.86	Septembre	6.24
Avril.....	10.30	Octobre.....	4.99
Mai	9.14	Novembre.....	4.81
		Décembre	4.52

Il résulte de ce tableau que les mois les plus calmes ont été ceux de novembre et de décembre 1900 et le plus venteux celui de mars.

Si l'on recherche encore les jours pour lesquels la vitesse du vent a dépassé en moyenne *25 kilomètres à l'heure*, on en trouve *seize*, plus qu'en 1899 et surtout qu'en 1898. Ce sont tous des jours de *bise ;* en voici le tableau avec l'indication de la force moyenne du vent qui a dépassé deux fois 50 kilomètres à l'heure :

		Km. p. h.			Km. p. h.
8	Décembre 1899	34.4	14	Mars..... 1900	31.3
9	» »	55.3	30	» »	35.0
10	» »	30.7	31	» »	55.0
15	» »	43.9	1	Avril..... »	35.0
16	» »	29.2	2	» »	30.0
12	Janvier... 1900	30.3	19	» »	30.2
2	Mars..... »	25.1	12	Septembre. »	27.1
5	Mars..... »	29.3	22	Octobre... »	27.1

Grand Saint-Bernard. — La direction du vent est observée à la girouette et la force du vent estimée suivant la demi-échelle de Beaufort. Ces observations se font six fois par jour comme à Genève. Vu la situation de l'hospice sur le col, on n'y observe que deux vents : ceux qui correspondent aux grands courants du NE et du SW ; mais à cause de l'orientation des vallées

au sommet du passage, ces directions, à l'hospice même, se rapprochent plutôt d'être Est et Ouest. Le calme ne s'observe guère.

Le *tableau XXV* fournit les résultats moyens de ces observations, avec les conclusions que l'on en peut tirer pour la résultante des vents.

XXV. *Vents observés au Saint-Bernard dans l'année 1900.*

	VENTS			RÉSULTANTE		
Époque	NE.	SW.	Rapport.	Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1899.	130	99	1,31	N 45°E	16,7	0,0
Janv. 1900.	217	49	4,40	N 45 E	89,2	0,0
Février...	76	151	0,50	S 45 W	44,6	0,0
Mars.....	171	126	1,36	N 45 E	24,2	0,0
Avril.....	169	64	2,64	N 45 E	58,3	0,0
Mai.....	130	92	1,41	N 45 E	20,4	0,0
Juin.....	103	92	1,12	N 45 E	5,6	0,0
Juillet....	160	53	3,00	N 45 E	57,5	0,0
Août.....	88	121	0,73	S 45 W	17,8	0,0
Septembre.	85	111	0,80	S 45 W	14,4	0,0
Octobre ..	106	88	1,20	N 45 E	9,7	0,0
Novembre.	63	189	0,33	S 45 W	70,0	0,0
Décembre.	113	100	1,13	N 45 E	7,0	0.0
Année mét.	1498	1235	1,21	N 45° E	12,0	0,0
Année civ.	1481	1236	1,20	N 45 E	11,2	0,0

V. Pluie et Neige.

Le *tableau XXVI* fournit, comme dans les résumés antérieurs, pour *Genève*, les données relatives à la pluie et, pour le *Grand Saint-Bernard*, les données relatives à la pluie et à la neige.

Il convient donc d'y ajouter les indications relatives à la *neige à Genève*. On a récolté à l'Observatoire les *hauteurs de neige* suivantes :

cm				
5.5	en décembre	1899	en 1	jour
11.3	» janvier	1900	» 5	»
4.5	» février	»	» 1	»
10.0	» mars	»	» 2	»
31.3	dans l'année météorologique		» 9	»
25.8	» » civile		» 8	»

XXVI. *Pluie ou neige dans l'année 1900.*

ÉPOQUE.	GENÈVE.			SAINT-BERNARD.		
	Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Nombre d'heures.	Nombre de jours.	Eau tombée. mm	Hauteur de la neige. cm
Décemb. 1899.	11	32,5	22	6	81,4	76,1
Janvier 1900..	19	113,5	106	20	186,9	192,9
Février.....	17	91,6	52	19	270,1	292,3
Mars.....	11	40,4	34	16	111,1	130,3
Avril.....	15	48,6	53	10	115,5	95,5
Mai.....	10	73,0	51	7	149,2	75,0
Juin.....	13	35,6	24	11	70,2	—
Juillet.....	8	69,9	34	14	180,0	38,0
Août.....	13	168,7	55	12	118,3	2,0
Septembre....	12	89,1	36	9	67,0	—
Octobre.....	12	46,8	24	8	52,3	18,0
Nòvembre....	14	69,2	53	14	192,8	209,0
Décembre....	14	81,6	71	7	131,6	160,0
Hiver.....	47	237,6	180	45	538,4	561,3
Printemps....	36	162,0	138	33	375,8	300,8
Été.....	34	274,2	113	37	368,5	40,0
Automne.....	38	205,1	113	31	312,1	227,0
Année météor.	155	878,9	544	146	1594,8	1129,1
Année civile..	158	928,0	593	147	1645,0	1213,0

Le *tableau XXVII* donne les écarts entre les valeurs normales et les chiffres obtenus en 1900, pour le nombre de jours de pluie et pour la hauteur d'eau tombée.

A *Genève*, c'est le mois d'*août* qui fournit à la fois le

maximum de pluie et le plus grand écart. Le plus grand nombre de jours de pluie se trouve en *janvier*.

XXVII *Écarts*

ÉPOQUE	GENÈVE Jours de pluie.	GENÈVE Eau tombée. mm	GRAND St-BERNARD Jours de pluie.	GRAND St-BERNARD Eau tombée. mm
Décembre 1899	+ 2	— 18,5	— 2	+ 8,3
Janvier 1900..	+ 9	+ 64,7	+ 9	+ 57,8
Février.....	+ 9	+ 55,1	+ 10	+ 176,5
Mars.....	+ 1	— 6,8	+ 4	+ 14,2
Avril.....	+ 5	— 8,2	— 1	— 4,6
Mai.....	— 2	— 6,2	— 4	+ 29,1
Juin.....	+ 2	— 40,4	+ 1	— 31,1
Juillet.....	— 1	— 0,9	+ 5	+ 104,9
Août.....	+ 3	+ 88,3	+ 3	+ 32,5
Septembre	+ 2	— 5,1	0	— 49,0
Octobre.....	0	— 54,2	— 2	— 90,0
Novembre.....	+ 3	— 4,8	+ 4	+ 94,3
Décembre.....	+ 5	+ 30,6	— 1	+ 58,5
Hiver.....	+ 20	+ 101,3	+ 17	+ 242,6
Printemps.....	+ 4	— 21,2	0	+ 38,8
Été.....	+ 4	+ 47,0	+ 9	+ 106,2
Automne.....	+ 5	— 64,1	+ 2	— 44,8
Année météor.	+ 33	+ 63,0	+ 28	+ 342,8
Année civile..	+ 36	+ 112,1	+ 29	+ 393,0

Au *Grand Saint-Bernard*, c'est le mois de *février* qui donne le maximum de précipitation et le plus fort excédant d'eau. Le plus grand nombre de jours de pluie est en *janvier* comme à Genève.

Les mois les plus secs sont, à Genève, *décembre* 1899 et *juin* 1900 ; au Grand Saint-Bernard, *octobre*. L'écart avec la normale est maximum pour *octobre* aux deux stations.

Les saisons humides sont : à *Genève*, l'hiver et l'été ;

au *Grand Saint-Bernard*, l'hiver, le printemps et l'été. Le nombre de jours de pluie est en excès aux deux stations pour toutes les saisons.

L'*année*, météorologique ou civile, a été plutôt humide à Genève, très humide au Grand Saint-Bernard avec près de 30 jours de précipitation de plus que la normale.

La *statistique de la pluie* a été, comme d'ordinaire, poussée plus loin pour les observations de *Genève*.

Le *tableau XXVIII* donne, pour chaque mois, la plus longue période de sécheresse ou le nombre maximum de jours consécutifs sans pluie et la plus longue période pluvieuse, ou le nombre maximum de jours consécutifs où la pluie a été récoltée. La plus longue période de sécheresse tombe en juillet, la plus longue période pluvieuse en août.

Le même tableau indique le nombre de jours où la hauteur de pluie mesurée a été inférieure à 1^{mm} et à $^1/_4$ de millimètre. Ces nombres sont supérieurs à ceux de l'année précédente. Si l'on ne compte comme *jours de pluie bien caractérisée* que ceux où il tombe au moins 1^{mm} d'eau, on en trouve 108 et 112 à Genève pour l'année météorologique et civile. Ces chiffres sont 145 et 146 au Grand Saint-Bernard.

Enfin ce tableau donne le maximum de pluie récolté chaque mois et le nombre de jours où la hauteur d'eau tombée a atteint ou dépassé 30 millimètres. Il n'y a eu que quatre jours en 1900 où l'on ait enregistré des chutes d'eau dépassant cette limite. Le tableau donne les totaux et les dates. Le maximum correspond au 28 septembre avec $46^{mm}5$.

Comme complément à ces indications, il sera inté-

Epoque.	Périodes de sécheresse		Périodes pluvieuses.		Pluie dans 24 heures au-dessous de 1mm	Pluie dans 24 heures au-dessous de 0mm,25.	Pluie dans 24 heures Maximum. mm	Pluie dans 24 heures Chute dépassant 30 mm.
Décemb. 1899.	5 jours	(9-13)	3 jours	(23-25)	5 jours	4 jours	16,5 le 29	0
Janvier 1900..	3 »	(13-15)	6 »	(31déc.-5)	5	2	31,4 le 3	1
Février	4 »	(30 janv.-2 fév.)	5 »	(18-22)	2	0	30,0 le 12	1
Mars	6 »	(5-10, 12-17)	5 »	(20-24)	5	5	15,6 le 20	0
Avril	6 »	(29 mars-3 avril, 18-23)	5 »	(4-8)	6	2	8,2 le 5	0
Mai	7 »	(16-22)	3 »	(7-9, 13-15)	0	0	17,1 le 14	0
Juin	6 »	(27 juin-2 juil.)	4 »	(11-14)	5	2	9,8 le 22	0
Juillet	13 »	(9-21)	6 »	(3-8)	1	0	21,3 le 4	0
Août	8 »	(30 juil.-6 août, 9-16)	10 »	(20-29)	4	1	30,4 le 21	1
Septembre	8 »	(9-16)	7 »	(24-30)	6	1	46,5 le 28	1
Octobre	4 »	(6-9)	2 »	(2-3, 10-11 26-27, 29-30)	5	0	17,0 le 5	0
Novembre	5 »	(27 nov.-1déc.)	4 »	(16-19, 23-26)	3	2	24,3 le 7	0
Décembre	12 »	(9-20)	5 »	(4-8, 27-31)	4	1	23,3 le 5	0
Année météorologique.	13 jours	(9-21 juillet)	10 jours	(20-29 août)	47 jours	19 jours	46,5 le 28 sept.	4
Année civile	»		»		46 »	16 »	»	»

ressant de noter ici, comme précédemment, le relevé des plus violentes averses enregistrées durant un court espace de temps au pluviographe de M. Usteri-Reinacher.

Date	mm.	min.	mm. par minute
7 mai	5.2	15	0.35
29 juillet	4.0	3	1.33
17 août	12.5	21	0.60
23 »	4.0	4	1.00
27 »	4.0	8	0.50
19 sept.	10.0	20	0.50

Le *tableau XXIX* a pour but de permettre la comparaison des différents mois entre eux et des quatre saisons entre elles, au point de vue des précipitations

XXIX 1900. GENÈVE

Époque.	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
			mm
Décembre 1899	0,029	2,00	1,48
Janvier 1900.....	0,142	5,58	1,07
Février	0,077	3,06	1,76
Mars	0,046	3,09	1,19
Avril	0,074	3,53	0,92
Mai	0,069	5,10	1,43
Juin	0,033	1,85	1,48
Juillet	0,046	4,25	2,06
Août	0,074	4,23	3,07
Septembre	0,050	3,00	2,47
Octobre	0,032	2,00	1,95
Novembre	0,074	3,79	1,31
Décembre	0,095	5,07	1,15
Hiver	0,083	3,83	1,32
Printemps	0,062	3,83	1,17
Été	0,051	3,32	2,43
Automne	0,052	2,97	1,81
Année météorol...	0,062	3,51	1,61
Année civile	0,068	3,75	1,56

XXX. Stations pluviométriques du canton de Genève. 1900.

Station :	*Céligny*	*Collex*	*Chambésy*	*Satigny*	*Athenaz*	Compesieres	*Veyrier*	*Genève*	*Cologny*	*Puplinge*	*Jussy*	*Hermance*
Altitude :	424 m.	440 m.	433 m.	465 m.	428 m.	478 m.	423 m.	406 m.	452 m.	445 m.	470 m.	380 m.
Observateur : M.	Ch. Posson	J. Gottraux	L. Perrot	P. Pelletier	J.-J. Decor	A. Pellgrin	B. Babel	Observat.	R. Gautier	A. Dunant	M. Micheli	C. Nyauld
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1899	53.2	47.9	34.5	53.0	35.0	27.8	30.5	32.5	32.5	28.3	25.0	38.1
Janvier 1900....	120.3	120.1	117.2	129.0	107.0	108.9	111.6	113.5	109 5	101.4	81.3	114.9
Février.....	120.9	126.7	111.5	144.0	129 5	83.3	92.4	91.6	89.7	82.4	98.0	113.8
Mars.....	42.0	41.4	37.2	40.0	48.5	41.5	40.3	40.4	37.7	31.3	40.0	42.0
Avril.....	41.2	37.0	38.0	52.0	34.8	33 8	53.7	48.6	54.8	52.5	52.0	37.0
Mai	79.6	74.9	82.0	63.0	66.3	64 0	82.2	73.0	75.4	79.1	53.0	85.1
Juin	37.5	53.8	45.5	30.5	30.5	42.0	26.3	35.6	32.4	34.9	26.3	49.4
Juillet.....	64.4	72.8	68.0	54.5	66 3	63.0	84.0	69.9	64.6	67.8	54.5	60.8
Août.....	191.6	203.2	173.0	148.5	163.7	152.0	139.9	168.7	155 6	137.2	130.5	163.8
Septembre.....	70.9	81.5	82.0	86.0	97.5	83.0	75.6	89.1	88.3	72.2	69.0	75.8
Octobre	37.2	53.0	41.5	37.5	48.3	48.5	51.7	46.8	47.6	57.3	41.5	46.3
Novembre.....	91.7	79.2	78 5	80.0	78.8	67.0	75.6	69.2	67.9	72.5	63.0	83.1
Décembre	111.9	94.2	93.5	137.5	112.0	54.2	55.2	81.6	67.5	53.3	52.0	82.9
Hiver	294.4	294.7	263.2	326.0	271.5	220.0	234.5	237.6	231.7	212.1	204.3	266.8
Printemps.....	162.8	153.3	157.2	155.0	149.6	139.3	176.2	162.0	167.9	162.9	145.0	164.1
Été.....	293.5	329.8	286.5	233.5	260.5	257.0	250.2	274.2	252.6	239.9	211.3	274.0
Automne.....	199.8	213.7	202.0	203.5	224.6	198.5	202.9	205.1	203.8	202.0	173.5	205.2
Année météor...	950.5	991.5	908.9	918.0	906.2	814.8	863.8	878.9	856.0	816.9	734.1	910.1
Année civile	1009.2	1037.8	967.9	1002.5	983.2	841.2	888.5	928.0	891.0	841.9	761.1	954.9

atmosphériques. Il est, à cet effet, calculé de façon à éliminer les inégales durées des mois et des saisons. On y trouve : 1° la *durée relative de la pluie*, ou la fraction obtenue en divisant le nombre d'heures de pluie par le nombre total d'heures de la période ; 2° le *nombre moyen d'heures de pluie* par jour de pluie obtenu en divisant, pour chaque période, le nombre d'heures de pluie par le nombre de jours de pluie ; 3° *l'eau tombée dans une heure*, obtenue en divisant la hauteur d'eau tombée durant la période, par le nombre d'heures de pluie de la période ; ce dernier chiffre représente donc l'*intensité* moyenne de la précipitation.

Le *tableau XXX* contient le relevé général des observations pluviométriques faites dans les stations du canton de Genève. Comme je l'indiquais dans mon précédent *Résumé*, le nombre de ces stations a été augmenté de *cinq* nouvelles, installées au mois de novembre 1899, et dont je publie pour la première fois les observations à côté de celles des *sept* stations anciennes. Le tableau XXX est donc plus considérable que les années précédentes. J'y ai indiqué, outre le nom des stations, leur altitude relevée sur la nouvelle carte du canton de Genève tirée de l'atlas Siegfried. Ces altitudes, réduites au niveau le plus probable du repère de la Pierre du Niton ($373^{m}5$), doivent être exactes à quelques mètres près. Puis viennent les noms des observateurs qui ont bien voulu se charger de continuer ou d'inaugurer les observations pluviométriques. Je remercie sincèrement les dix d'entre eux qui n'ont pas de relation directe avec l'Observatoire. Quant aux chiffres, j'ai ajouté aux totaux mensuels ceux des saisons qui me paraissent instructifs.

Je rappelle que dans les *onze* stations exclusivement pluviométriques la pluie est enregistrée d'après les « Instructions » du Bureau météorologique central de Zurich, c'est-à-dire qu'elle est recueillie à 7 heures du matin (heure locale), et compte pour le jour précédent[1]. A l'Observatoire, suivant l'ancien usage, la hauteur de pluie est comptée, cette année encore, de minuit à minuit pour chaque jour. A partir de l'année 1901, cette anomalie cessera et nous employons actuellement à l'Observatoire, la même période diurne pour la pluie, de 7 h. du matin jusqu'à 7 h. du matin du jour suivant.

XXXI 1900. GENÈVE

ÉPOQUE.	Jours de tonnerre.	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1899	1	0
Janvier 1900	0	0
Février	2	0
Mars	0	0
Avril	2	0
Mai	0	1
Juin	5	0
Juillet	7	3
Août	6	4
Septembre	2	1
Octobre	1	1
Novembre	0	0
Décembre	1	0
Année météorol.	26	10
Année civile	26	10

[1] Le détail de toutes les observations des stations du canton de Genève se trouve dans la publication du Bureau météorologique central suisse. « Monatliche Uebersicht der in der Schweiz gemessenen Niederschlagsmengen. »

Le *tableau XXXI* fournit le nombre de *jours d'orage* ou *jours de tonnerre*, à Genève et le nombre de jours où des *éclairs* ont été vus à l'horizon sans que le tonnerre fût entendu (éclairs de chaleur). Les deux nombres sont identiques à ceux de 1899, mais un peu différemment répartis dans le courant de l'année. Le nombre des jours de tonnerre est à peine supérieur à la moyenne (25) des trente années de 1847 à 1875.

Il n'y a pas eu, en 1900, de chute de *grêle* enregistrée à l'observatoire de Genève.

VI. Nébulosité.

La nébulosité s'exprime par une fraction décimale, comprise entre zéro et un. *Zéro* (0.0) correspond à un ciel entièrement clair. *Un* (1.0) correspond à un ciel entièrement couvert. La mesure de la nébulosité par estimation se fait à Genève et au Grand Saint-Bernard aux six observations diurnes, de 7 heures du matin à 10 heures du soir. La moyenne des six observations donne la moyenne diurne de la nébulosité exprimée en centièmes.

Dans le *tableau XXXII*, la nébulosité ou l'*état du ciel* aux deux stations est indiqué pour les mois, les saisons et l'année, de deux manières différentes : 1° par le nombre de jours clairs, peu nuageux, très nuageux et couverts, ces désignations correspondant aux valeurs moyennes de la nébulosité comprises entre 0,00 et 0,25, 0,25 et 0,50, 0,50 et 0,75, 0,75 et 1,00 ; 2° par la valeur moyenne de la nébulosité.

XXXII *État du ciel.*

ÉPOQUE.	GENÈVE					SAINT-BERNARD				
	Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts	Nébulosité moyenne	Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts	Nébulosité moyenne
Déc. 1899.	1	1	4	25	0.87	10	6	9	6	0.46
Janv. 1900.	1	2	4	24	0.85	8	2	9	12	0.59
Février,...	0	1	5	22	0.85	5	5	7	11	0.62
Mars.....	6	3	5	17	0.67	9	4	12	6	0.50
Avril.....	8	3	7	12	0.57	11	6	6	7	0.44
Mai.....	4	7	9	11	0.62	6	4	7	14	0.63
Juin.....	3	9	11	7	0.58	8	6	10	6	0.51
Juillet...	11	8	7	5	0.43	7	11	8	5	0.48
Août.....	5	9	5	12	0.57	9	5	10	7	0.50
Septembre.	8	5	9	8	0.53	12	7	3	8	0.41
Octobre...	9	6	6	10	0.53	12	7	6	6	0.40
Novembre.	1	5	3	21	0.81	6	7	4	13	0.61
Décembre..	2	1	2	26	0.88	20	3	3	5	0.32
Hiver....	2	4	13	71	0.86	23	13	25	29	0.55
Printemps.	18	13	21	40	0.62	26	14	25	27	0.52
Eté.....	19	26	23	24	0.53	24	22	28	18	0.49
Automne..	18	16	18	39	0.62	30	21	13	27	0.47
Année mét.	57	59	75	174	0.66	103	70	91	101	0.51
» civile	58	59	73	175	0.66	113	67	85	100	0.50

Le *tableau XXXIII* fournit les écarts de la nébulosité aux deux stations par rapport aux moyennes calculées par Plantamour. A *Genève*, l'année météorologique ou civile a été de 4 " ₀ plus nébuleuse que la moyenne. Au *Grand Saint-Bernard* elle est de 7 et 8 " ₀ moins nébuleuse.

Le mois le plus nébuleux, relativement, est celui de *février* aux deux stations. Janvier présente le même écart au Grand Saint-Bernard. Le mois le plus clair, relativement, est *octobre* à Genève et *avril* au Grand Saint-Bernard.

XXXIII *Ecarts de la nébulosité.*

Époque.	Genève.	Saint-Bernard.
Décembre 1899	+ 0,04	+ 0,01
Janvier 1900	+ 0,06	+ 0,09
Février	+ 0,18	+ 0,09
Mars	+ 0,06	— 0,09
Avril	— 0,01	— 0,23
Mai	+ 0,04	— 0,06
Juin	+ 0,04	— 0,14
Juillet	— 0,01	— 0,07
Août	+ 0,10	— 0,08
Septembre	+ 0,04	— 0,17
Octobre	— 0,16	— 0,21
Novembre	+ 0,03	+ 0,07
Décembre	+ 0,05	— 0,13
Hiver	+ 0,09	+ 0,06
Printemps	+ 0,03	— 0,13
Été	+ 0,05	— 0,10
Automne	— 0,04	— 0,11
Année météorol.	+ 0,04	— 0,07
Année civile	+ 0,04	— 0,08

XXXIV GENÈVE 1900

ÉPOQUE.	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1899	6	16	22
Janvier 1900	0	7	7
Février	0	6	6
Mars	0	1	1
Avril	0	0	0
Mai	0	0	0
Juin	0	1	1
Juillet	0	0	0
Août	0	0	0
Septembre	0	7	7
Octobre	0	12	12
Novembre	0	12	12
Décembre	8	13	21
Année météorol.	6	62	68
Année civile	8	59	67

Le *tableau XXXIV* donne, pour Genève, le nombre de jours de brouillard observés. On peut, d'après Plantamour, s'attendre à 33 jours de brouillard dont un tiers environ pour lesquels le brouillard règne toute la journée. Il y a eu moins de jours de brouillard continu en 1900 que la normale, mais un nombre très grand de jours où le brouillard a régné une partie de la journée. Cela contribue a expliquer la nébulosité assez forte de cette année.

VII. Durée d'insolation.

L'enregistreur d'insolation du système Campbell-Stokes a fonctionné pour la quatrième année à Genève. J'ai établi les mêmes tableaux que pour les trois années précédentes.

Le *tableau XXXV* permet de suivre, heure par heure, la *marche diurne de la durée d'insolation* pour les treize mois, les saisons et l'année, météorologique et civile. Il donne, dans ses deux dernières colonnes, la durée totale d'insolation en heures et les moyennes diurnes d'insolation pour les mêmes périodes. Il résulte de ces chiffres que le minimum absolu et relatif d'insolation tombe sur les deux mois de décembre, 1899 et 1900. Le maximum tombe sur le mois de juillet déjà noté comme très chaud et beau. Le total général d'insolation de l'année (météorologique) est inférieur à celui de l'année 1899 de 230 heures, mais supérieur à ceux de 1897 et de 1898.

Le *tableau XXXVI* permet d'apprécier la différence de la durée d'insolation entre le matin et l'après-midi. Comme l'appareil est réglé sur le temps solaire vrai,

XXXV. Marche diurne de la durée d'insolation a Genève. 1900

	MATIN							SOIR							Durée d'insolation	Moyenne diurne
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7		
	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h
Déc. 1899	—	—	—	—	1,4	3,2	3,9	4,3	2,0	3,2	2,3	0,4	—	—	20,7	0,67
Janv. 1900	—	—	—	0,7	2,4	6,2	8,9	9,6	7,4	6,9	4,8	0,6	—	—	47,5	1,53
Février ..	—	—	0,6	4,2	5,2	6,4	6,4	6,1	7,2	4,3	3,6	1,6	—	—	45,6	1,63
Mars.....	—	—	2,4	8,5	13,2	15,6	15,2	14,9	14,0	15,9	13,2	7,6	0,2	—	120,7	3,89
Avril....	—	5,8	12,6	17,0	20,0	20,3	18,1	18,8	18,4	16,9	15,1	12,2	8,6	0,8	184,6	6,15
Mai	1,2*	10,7	14,5	15,9	16,2	16,9	18,8	18,6	16,2	17,5	16,0	13,8	13,1	5,8	195,2	6,30
Juin.....	4,6	13,2	17,1	17,5	18,4	19,8	21,4	22,4	20,5	19,6	18,6	15,8	15,2	8,7**	232,8	7,76
Juillet ...	6,1	17,8	24,6	24,9	24,0	25,4	25,7	23,3	24,3	23,2	21,6	19,3	19,5	10,1	289,8	9,35
Août	1,9	11,7	14,5	16,9	21,0	22,0	21,6	20,9	20,7	20,2	17,7	15,9	11,8	3,4	220,2	7,10
Septembre	—	1,3	9,9	13,8	16,5	18,3	19,7	20,6	20,5	19,7	18,3	14,2	3,7	—	176,5	5,88
Octobre ..	—	—	2,9	10,5	16,4	19,8	20,0	20,7	20,5	19,8	20,1	16,0	0,2	—	166,9	5,38
Novembre	—	—	0,2	2,9	6,3	5,9	7,2	7,2	7,3	9,2	6,9	1,4	—	—	54,5	1,82
Décembre	—	—	—	0,6	2,1	3,7	5,2	5,6	6,7	5,5	2,8	0,3	—	—	32,5	1,05
Hiver....	—	—	0,6	4,9	9,0	15,8	19,2	20,0	16,6	14,4	10,7	2,6	—	—	113,8	1,26
Printemps	1,2	16,5	29,5	41,4	49,4	52,8	52,1	52,3	48,6	50,3	44,3	33,6	21,9	6,6	500,5	5,44
Eté	12,6	42,7	56,2	59,3	63,4	67,2	68,7	66,6	65,5	63,0	57,9	51,0	46,5	22,2	742,8	8,07
Automne.	—	1,3	13,0	27,2	39,2	44,0	46,9	48,5	48,3	48,7	45,3	31,6	3,9	—	397,9	4,37
Année mét.	13,8	60,5	99,3	132,8	161,0	179,8	186,9	187,4	179,0	176,4	158,2	118,8	72,3	28,8	1755,0	4,81
» civ.	13,8	60,5	99,3	133,4	161,7	180,3*	188,2	188,7	183,7	178,7	158,7	118,7	72,3	28,8	1766,8	4,84

* Y compris h. 0,2 entre 4 et 5 h. du matin.
** Y compris h. 0,1 entre 7 et 8 h. du soir.

les périodes d'insolation *théoriques* sont égales; les périodes *réelles* sont sensiblement différentes. Elles sont représentées dans le tableau, ainsi que la différence soir—matin, de deux façons différentes : en *heures* et en *pour cent* du total d'heures d'insolation.

XXXVI. DURÉE D'INSOLATION AVANT ET APRÈS MIDI.

ÉPOQUE	MATIN		SOIR		DIFFÉRENCE Soir—Matin	
	nombre d'heures	%	nombre d'heures	%	nombre d'heures	%
Décembre 1899	8,5	41,1	12,2	58,9	+ 3,7	+ 17,8
Janvier 1900 .	18,2	38,3	29,3	61,7	+ 11,1	+ 23,4
Février.....	22,8	50,0	22,8	50,0	0,0	0,0
Mars.....	54,9	45,5	65,8	54,5	+ 10,9	+ 9,0
Avril.....	93,8	50,8	90,8	49,2	— 3,0	— 1,6
Mai.....	94,2	48,3	101,0	51,7	+ 6,8	+ 3,4
Juin	112,0	48,1	120,8	51,9	+ 8,8	+ 3,8
Juillet.....	148,5	51,2	141,3	48,8	— 7,2	— 2,4
Août.....	109,6	49,8	110,6	50,2	+ 1,0	+ 0,4
Septembre ...	79,5	45,0	97,0	55,0	+ 17,5	+ 10,0
Octobre.....	69,6	41,7	97,3	58,3	+ 27,7	+ 16,6
Novembre....	22,5	41,3	32,0	58,7	+ 9,5	+ 17,4
Décembre....	11,6	35,7	20,9	64,3	+ 9,3	+ 28,6
Hiver	49,5	43,5	64,3	56,5	+ 14,8	+ 13,0
Printemps ...	242,9	48,5	257,6	51,5	+ 14,7	+ 3,0
Eté	370,1	49,8	372,7	50,2	+ 2,6	+ 0,4
Automne	171,6	43,1	226,3	56,9	+ 54,7	+ 13,8
Année météor.	834,1	47,5	920,9	52,5	+ 86,8	+ 5,0
Année civile..	837,2	47,4	929,6	52,6	+ 92,4	+ 5,2

La prédominance de l'insolation dans l'après-midi est très caractérisée pour presque tous les mois de l'année. Les circonstances sont cependant renversées, faiblement, pour les mois d'avril et de juillet et égales pour le mois de février.

Le tableau *XXXVII* a été constitué, comme les années précédentes, pour faire ressortir, entre la nébulo-

sité et la durée d'insolation, la relation établie d'abord par M. Billwiller[1]. Celui-ci avait trouvé que la valeur de la nébulosité moyenne d'une période est à peu de chose près égale au rapport entre les heures de *non* insolation ($t—i$) et le total d'heures d'insolation théoriquement possible (t.)

XXXVII. Comparaison de la durée de non-insolation a la nébulosité moyenne. Genève 1900.

Époque	Durée théorique d'insolation t	Rapport $\frac{t-i}{t}$	Nébulosité moyenne	Différence
	h			
Décembre 1899	270	0,92	0,87	+ 0,05
Janvier 1900...	282	0,83	0,85	— 0,02
Février.....	291	0.84	0,85	— 0,01
Mars.....	371	0,67	0.67	0,00
Avril.....	408	0,55	0,57	— 0,02
Mai.....	465	0,58	0,62	— 0,04
Juin.....	471	0,51	0,58	— 0,07
Juillet.....	475	0,39	0,43	— 0,04
Août.....	437	0,50	0,57	— 0,07
Septembre.....	375	0,53	0,53	0,00
Octobre.....	338	0,51	0,53	— 0,02
Novembre.....	284	0,81	0,81	0,00
Décembre.....	270	0,88	0,88	0,00
Hiver.....	843	0,87	0,86	+ 0,01
Printemps.....	1244	0,60	0,62	— 0,02
Eté.....	1383	0,46	0,53	— 0,07
Automne.....	997	0,60	0,62	— 0,02
Année météor.	4467	0,61	0,66	— 0,05
Année civile...	4467	0,60	0,66	— 0,06

Les colonnes du tableau XXXVII s'expliquent ainsi d'elles-mêmes et reproduisent les valeurs de la nébulosité moyenne contenues au tableau XXXII. Il ressort,

[1] Voir *Archives*, 1889, t. XXI, p. 404.

cette année, de la dernière colonne du tableau, que la relation trouvée par M. Billwiller est exacte, à peu de chose près, pour les mois d'hiver, de printemps et d'automne, mais qu'en été la concordance est moins bonne. Très généralement d'ailleurs, l'écart est de même signe, accusant une nébulosité plus forte que le rapport établi comme ci-dessus. Seul le mois de décembre 1899 donne un écart assez fort en sens contraire.

L'enregistreur d'insolation installé par M. Marc Micheli sur le mur de la terrasse du château du Crest, à Jussy, n'a donné de résultats que durant quelques mois de l'année 1900. Voici ces résultats :

Décembre	1899	20.2	Août	1900	206.7
Janvier	1900	52.3	Novembre	»	45.3
Février	»	49.6	Décembre	»	41.6
Hiver 1899-1900		122.1			

Durant les mois d'hiver l'insolation est plus forte à Jussy qu'à Genève. Elle est plus faible en août et en novembre.

COMPTE RENDU DES SÉANCES
DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE
DES SCIENCES NATURELLES

— · —

Séance du 8 Novembre 1901.

Dr G. Borel. Les blessures oculaires au point de vue médico-légal.

M. le Dr Georges Borel, médecin-oculiste, fait une communication sur *Les blessures oculaires au point de vue médico-légal.*

L'intérêt de la médecine légale oculaire grandit tous les jours, d'une part à cause des contestations toujours plus fréquentes dues aux assurances ouvrières, et d'autre part à cause des simulations intéressées des sinistrés, qui sont arrivés à une maîtrise incomparable dans ce domaine.

Les plaies oculaires étudiées au point de vue médico-légal peuvent être divisées en plaies directes et en plaies par contre coup et, il peut y avoir un intérêt majeur à préciser la cause de la blessure, la manière dont elle a été produite, et avec quels instruments tranchants ou contondants.

A propos d'un cas de blessure oculaire ayant vivement surexcité le vignoble neuchâtelois et passionné médecins et juristes, le Dr Borel présente l'œil énucléé d'un individu qui au cours d'une rixe eut l'œil crevé et présentait une blessure linéaire traversant la cornée en ligne droite se continuant du reste à travers la paupière inférieure.

Etait-ce un coup de pied comme le disait l'auteur de la blessure ? était-ce une rupture de l'œil par contre-coup, comme le voulait l'avocat de l'aggresseur et comme le prétendait un médecin d'Hôpital et un oculiste appelé comme expert par la défense ?

Arlt, le grand ophthalmologiste viennois, a posé des règles de médecine légale oculaire qui font jurisprudence ; Arlt a prouvé que les *ruptures oculaires par contre-coup, affectent toujours une direction parallèle ou à peu près parallèle au bord de la cornée* ; ces ruptures se produisent presque toujours en haut et le plus souvent en haut et en dedans. La place où la sclérotique se rompt coïncide assez exactement avec un cercle, affectant la position d'équateur par rapport à l'axe qui joint le point frappé au point diamétralement opposé.

La rupture de la cornée par contre-coup n'existe pas sûrement dans la science ophtalmologique : la déchirure de la sclérotique est dentelée : la déchirure de l'iris qui résulte de la compression du globe a lieu généralement à son insertion ciliaire.

Dans le cas présenté par le Dr Borel, la section du corps ciliaire était en biseau, la coupe de la cornée était nette, franche, traversant la cornée de part en part, coupant l'iris aussi exactement que l'aurait fait un microtome ; et cependant un oculiste, le Dr Verrey, a prétendu y voir une rupture oculaire et a revendiqué hautement ce diagnostic !

Les professeurs Dufour à Lausanne, Pflüger à Berne et Eperon à Lausanne ont partagé la manière de voir du Dr Borel, sans la moindre restriction.

Le Dr Borel a écrasé des yeux de différents animaux à coups de talon et toujours, ainsi que ses préparations en témoignent, la rupture se fait selon les règles de Arlt qui sont encore confirmées une fois de plus par toutes ces expériences.

Séance du 24 novembre.

R. Weber. Appareil montrant les modifications du courant alternatif. — H. Schardt. L'éboulement du glacier de Rossboden.

M. le prof. R. Weber présente un *appareil montrant les modifications du courant alternatif.* Ce travail a été publié dans les *Archives*, 1901, XII, p. 602.

M. le prof. H. Schardt donne quelques détails complémentaires sur *l'éboulement du glacier de Rossboden*. Un résumé de cette communication a déjà paru dans les *Archives*, 1901, XII, p. 396.

Séance du 6 décembre

P. Godet. L'ocapi. — O. Billeter. L'œuvre de M. Berthelot.

M. le prof. P. Godet donne quelques détails sur *l'ocapi*, nouvelle espèce de ruminant découverte récemment en Afrique.

M. le prof. O. Billeter expose *l'œuvre scientifique de M. Berthelot*, à l'occasion de la célébration du jubilé de ce savant.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 20 novembre 1901.

Galli-Valerio. Distribution des Anopheles et de la Malaria dans le canton de Vaud. — H. Dufour. Substances radioactives.

M. le professeur Galli-Valerio montre la corrélation qui existe entre la répartition des anciens foyers de malaria dans le canton de Vaud et la distribution actuelle des *Anopheles*.

M. Henri Dufour, professeur, fait un exposé de l'état actuel de nos connaissances sur les radiations invisibles d'origines diverses et spécialement de celles produites par les substances radioactives découvertes par M. Becquerel et par M. et Mme Curie. Il montre les actions électriques que produisent les radiations invisibles de l'arc voltaïque, celles produites par les rayons de Röntgen et celles dues aux substances radioactives. Il donne ensuite les résultats des expériences faites au laboratoire de physique avec deux tubes contenant chacun un gramme de chlorure de baryum et de radium d'activité 240 et un tube contenant 0 gr. 20 du même sel d'activité 1000 provenant de la Société des produits chimiques de Paris.

Toutes les expériences ont été faites sans que les substances actives aient été exposées à l'air, elles étaient enfermées dans des tubes de verre scellés à la lampe, de

sorte qu'aucune particule de substance radioactive ne soit mêlée à l'air du laboratoire.

Ces tubes produisent deux effets tout différents : 1° Un rayonnement invisible et actinique suivant les lois géométriques de la propagation du rayon lumineux, formation d'ombres, effets de perspective, projection d'images d'épingles plantées dans un carton comme le font les rayons Röntgen ; ce rayonnement actinique se produit au travers de feuilles de papier enveloppant le tube radioactif et au travers de carton recouvrant la plaque photographique. Ce rayonnement ne se réfracte ni ne se réfléchit, mais il se transforme, comme celui des tubes de Röntgen à chaque passage d'un milieu dans un autre. L'aluminium le transmet et le diffuse très bien ; il y a dans ce corps des radiations transformées à l'entrée et la sortie ; le plomb absorbe fortement et transforme en même temps les radiations qui le frappent. Des effets curieux, encore inexpliqués, ont lieu au contact de certains corps soumis aux radiations et de la plaque photographique, ainsi le bord dépoli d'un verre donne une empreinte noire, tandis que le bord poli donne un empreinte blanche.

Les tubes contenant des substances radioactives sont sans action sur l'électroscope, en revanche, l'air circulant autour de ces tubes scellés agit sur la plaque photographique : cette action est semblable comme effet à celle que produit de l'air ayant circulé sur de la tournure de zinc ou d'aluminium, seulement, dans ce dernier cas, des vapeurs métalliques sont probablement entraînées, tandis que l'air qui a passé autour des tubes radioactifs ne contient aucune vapeur.

Séance du 4 décembre.

A. Schenk. Pithécantropus erectus. — P. Jaccard. Distribution florale dans les bassin d'Avers et des Dranses. — E. Renevier. Présentation de fossiles. — M. Lugeon. Aérolithe de Palézieux. — H. Dufour. Plaque de zinc perforée par des larves.

M. le Dr A. Schenk présente à la Société un moulage de la calotte cranienne du Pithécanthropus erectus, en indi-

quant dans quelles circonstances l'original a été découvert et quels sont les caractères remarquables de cette pièce intéressante.

M. le Dr Paul Jaccard. *Distribution comparée de la flore alpine dans le bassin d'Avers et dans celui des Dranses.*

Après avoir mis en relief les analogies topographiques et géologiques des deux territoires comparés et signalé les différences qu'ils présentent quant à l'altitude de leurs massifs montagneux et à leur connexion vis-à-vis des grandes vallées (Rhin et Rhône) dans lesquelles elles débouchent, l'auteur montre que ces analogies et ces différences se traduisent d'une façon frappante dans la composition et la richesse relatives de la flore alpine des deux bassins.

Dans chacun des deux territoires comparés, la distribution de la flore alpine semble essentiellement déterminée par les conditions biologiques actuelles.

La richesse plus grande du bassin des Dranses peut se rattacher aux trois causes prépondérantes suivantes :

1° Altitude plus grande des massifs montagneux.

2° Proximité plus grande avec les portions inférieures chaudes du Rhône valaisan.

3° Superficie sensiblement plus grande (approximativement 1/3 de plus).

Indépendamment des différences attribuables aux trois causes ci-dessus, la parenté florale de ces deux territoires est considérable. Le *coefficient de la communauté spécifique* atteint 65 %. Ce chiffre peut servir d'expression numérique à la ressemblance biologique des deux territoires comparés. Les *coefficients génériques* (rapport du nombre des genres à celui des espèces) permet d'évaluer la diversité biologique *relative* des deux territoires, pour l'Avers ce coefficient est de 40 %, pour le bassin des Dranses, de 35-36 %.

M. le prof. Renevier présente à la Société deux facsimilés de céphalopodes remarquables qu'il a fait faire pour le Musée, d'après des originaux du Musée de Berne.

et de l'Institut géologique de Berne, qui lui ont été prêtés pour ce but par MM. de Fellenberg et Baltzer. Grâce à l'habileté de M. Lador, ces belles pièces sont parfaitement imitées.

Le premier est un *Turrilites Bergeri*, Brong, de grande taille, présentant 5 tours contigus complets, provenant du Vraconnien d'Appenzell; magnifique exemplaire comme on n'en voit guère. Le second est un *Heteroceras* du Sénonien de Blackhills (Dakota), à crosse dévergondante complète, mais dont les premiers tours de spire ne sont pas visibles de sorte qu'on ne peut dire si c'est peut-être plutôt un *Helicoceras*. Le Musée de Lausanne en possède un autre exemplaire, plus petit, du même gisement, que M. Renevier fait également circuler, sur lequel les lobes sont bien visibles et ont pu être peints. Ce qu'il y a de curieux, c'est que l'un s'enroule à droite et l'autre à gauche. Cette différence, et d'autres encore, font penser à M. Renevier que ce sont deux espèces distinctes, quoiqu'elles aient été envoyées d'Amérique sous le même nom : *Heteroceras Stephensoni*, Whitf.

M. le prof. Maurice Lugeon présente l'aérolithe tombé le 30 novembre, à deux heures de l'après-midi, dans le bois de la Chervettaz, près de Châtillens (vallée de la Broye). Il a été ramassé encore chaud par M. Décosterd, garde-forestier cantonal, qui a recherché avec beaucoup de méthode ce fragment de bolide qu'il n'avait qu'entendu tomber. Dans sa chute, l'aérolithe a brisé une branche et meurtri deux arbres. C'est une pierre du groupe des sporadosidères. Le poids des trois fragments s'élève à 709 grammes. Tous les débris n'ont pu être recueillis à cause de l'abondance des feuilles mortes. Le bruit fait par le bolide a été entendu à bien des kilomètres à la ronde. Il est possible de suivre sa trajectoire de l'Etivaz jusqu'à Payerne. Un mémoire détaillé sur ce premier aérolithe vaudois paraîtra prochainement dans le Bulletin de la Société.

M. H. Dufour présente une plaque de zinc perforée par des larves.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 14 novembre 1901.

A. Pictet et E. Patry. Décomposition des méthylhydrates de phénanthridine et d'acridine. — H. Decker. Décomposition des hydrates de cyclammonium. — F. Ullmann et W. R. Forgan. Synthèse de nitrobiphényles. — E. Ackermann. La traite fractionnée de la vache.

M. le prof. Amé Pictet communique une observation qu'il a faite avec M. E. Patry. Lorsqu'on ajoute un alcali en excès à la solution aqueuse de *l'iodométhylate de phénanthridine*, on obtient un volumineux précipité du méthylhydrate $C_{13}H_9N.CH_3OH$. Si l'on dirige dans le mélange alcalin un courant de vapeurs d'eau, il passe une huile incolore qui se solidifie bientôt en paillettes, tandis qu'il reste dans le ballon un autre corps qui cristallise par refroidissement en longues aiguilles blanches.

Les deux substances ont le même point de fusion : 108°. Elles sont cependant absolument différentes. Celle qui n'est pas volatile avec l'eau est insoluble dans les acides et constitue la *méthylphénanthridone*,

$$\begin{array}{l} C_6H_4—CO \\ | \qquad\quad | \\ C_6H_4—N—CH_3 \end{array}$$

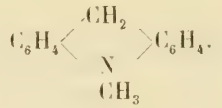
Celle qui passe avec les vapeurs a des propriétés basiques et est identique avec la *méthyldihydrophénanthridine*,

$$\begin{array}{l} C_6H_4—CH_2 \\ | \qquad\quad | \\ C_6H_4—N—CH_3 \end{array}$$

obtenue par MM. Pictet et Ankersmit[1] en réduisant l'iodométhylate de phénanthridine par l'étain et l'acide chlorhydrique.

Cette décomposition du méthylhydrate de phénanthridine est tout-à-fait analogue à celle qui a été observée par M. Decker chez les dérivés quaternaires de la pyridine et de la quinoléine, à cette différence près qu'ici les produits obtenus sont cristallisés et stables et ont pu être analysés.

Il en est exactement de même dans la série de l'*acridine*. L'iodométhylate d'acridine (aiguilles jaunes, fusibles à 123°), chauffé avec la soude caustique, se décompose en deux produits, dont l'un est volatil avec l'eau et l'autre ne l'est pas. Ce dernier est la *n-méthylacridone* ; le premier constitue la *n-méthyldihydroacridine*,

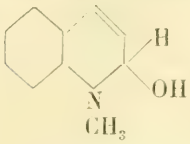


Ce composé, qui n'a pas encore été décrit, se dépose de sa solution alcoolique bouillante en gros cristaux incolores, fusibles à 96° ; il est, comme la dihydroacridine elle-même, dépourvu de propriétés basiques.

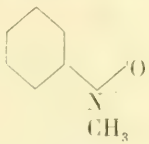
M. H. Decker expose les diverses phases de la *décomposition des iodures de cyclammonium* par la soude, d'après les observations qu'il a faites sur plus de 50 dérivés de la quinoléine, de l'isoquinoléine, de l'acridine et de la pyridine. Prenant comme exemple le *méthylhydrate de quinoléine*, il montre que celui-ci se transforme d'abord en *α-oxy-n-méthyldihydroquinoléine* (I), corps instable qui se décompose immédiatement en donnant d'une part un mélange de *méthylquinolone* (II) et de *méthyldihydroqui-*

[1] *Archives (3)* **24**, 606.

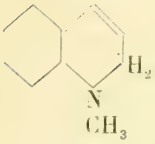
noléine (III), et d'autre part un mélange de *α-méthoxy-n-méthyl-dihydroquinoléine* (IV) et de quinoléine régénérée.



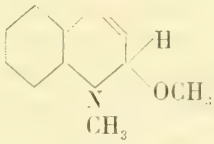
I



II

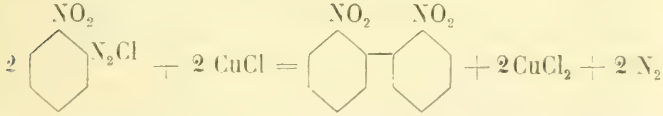


III



IV

M. F. Ullmann rend compte de recherches faites en collaboration avec M. W. R. Forgan, sur une *synthèse de dérivés nitrés du biphényle*. Ces corps prennent naissance, avec un bon rendement, dans la décomposition des solutions de chlorures nitrodiazoïques par le chlorure cuivreux à basse température. Le chlorure d'*o*-nitrodiazobenzène fournit, par exemple, le *di-o-nitrobiphényle* selon l'équation suivante :



Les auteurs on préparé par ce procédé : le 4,4'-dichloro-2,2'-dinitrobiphényle (pt de fus. 136°), le 5,5'-dichloro-2,2'-dinitrobiphényle (pt de fus. 170°) et le 2,2'-dinitro-4,4'-ditotyle (pt de fus. 141°). Ce dernier corps est identique à un produit accessoire observé par MM. Reverdin et Crépieux dans la préparation du chloronitrotoluène.

M. E. Ackermann fait une communication sur la *traite fractionnée de la vache* et sur la teneur en graisse des différentes fractions du lait.

Séance du 16 janvier 1902.

A. Bach. Action de l'acide sulfurique sur le peroxyde d'hydrogène. — F. Kehrmann. Combinaisons des orthoquinones avec les acides. — F. Ullmann. Colorants dérivant de la naphtacridine. — C. Graebe. Préparation du chlore.

M. A. Bach relève les observations que M. Ramsay [1] a faites dernièrement sur son travail relatif à l'existence de *polyoxydes d'hydrogène* [2]. Ces observations reposent manifestement sur un malentendu. M. Ramsay attribue à l'auteur un mode opératoire que celui-ci n'a jamais suivi et qui est même exactement le contre pied de sa méthode d'analyse. Les conclusions de M. Ramsay, qui sont toutes basées sur cette fausse attribution, sont donc entachées de nullité.

M. Bach communique ensuite quelques expériences qui montrent incontestablement que, contrairement à l'hypothèse énoncée par M. Armstrong, l'action de l'acide sulfurique en solution normale sur le peroxyde d'hydrogène, ne donne pas lieu à la formation d'acide persulfurique. En titrant au moyen d'une solution de permanganate de potasse une solution de peroxyde d'hydrogène dans l'acide sulfurique normal ou dans l'acide acétique normal, l'auteur a obtenu dans les deux cas des résultats identiques. Dans l'action de l'acide sulfurique normal sur le peroxyde d'hydrogène, il ne se forme donc aucune combinaison qui ne réagisse pas avec le permanganate de potasse. Ce résultat a encore été confirmé par le *titrage inverse*, c'est-à-dire en ajoutant la solution initiale de peroxyde d'hydrogène à une solution de permanganate de potasse acidulée par l'acide sulfurique et en mesurant l'oxygène mis en liberté.

M. F. Kehrmann, a observé que différentes orthoquinones forment des produits d'addition avec les acides

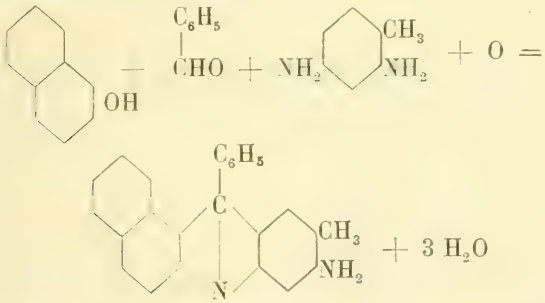
[1] *Journ. Chem. Society*, 1901, p. 1326.
[2] *Archives* (4) **10**, 5.

minéraux. La phénanthrène-quinone fournit un *nitrate* de formule $C_{14}H_8O_2.HNO_3$, en superbes aiguilles rouges, et la chrysoquinone un *sulfate diacide* bleu et un *sulfate monoacide* couleur chocolat.

Si l'on considère le fait que les orthoquinones sont les prototypes de diverses classes de colorants, ces combinaisons offrent un intérêt particulier. L'auteur les regarde comme des sels renfermant un atome d'oxygène quadrivalent.

M. F. Ullmann a étudié une série de *colorants naphtacridiques* en collaboration avec Mlle M. Rosenband et MM. N. Racowitza, B. Mühlhauser et O. Grether. Ces colorants ont été obtenus par condensation de métadiamines avec l'aldéhyde benzoïque et le β-naphtol, et oxydation subséquente du produit au moyen du chlorure de fer ou du brome.

A partir de la m-toluylène-diamine, il se forme par exemple, d'après l'équation suivante, la 2'-méthyl-3'-amino-9-phényl-1.2- naphtacridine :



D'autres composés semblables ont été obtenus avec les dérivés alcoylés et benzylés de la m-phénylène-diamine et de la m-toluylène-diamine. Tous ces corps teignent en jaune ou en rouge le coton mordancé au tannin.

M. le prof. Graebe entretient la Société de la *préparation du chlore* par l'action de l'acide chlorhydrique sur les permanganates. A. P.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE

JOURNAL SUISSE D'HORLOGERIE, vingt-cinquième anniversaire. Numéro spécial et supplémentaire. — Genève 1901. — 96 pages, 16 planches et 12 figures dans le texte.

Par la belle brochure que nous avons le plaisir d'annoncer ici, le *Journal suisse d'horlogerie*, après 25 années de fructueuse activité, prouve sa vitalité et le caractère à la fois scientifique et artistique de sa publication. Fondé au cours de l'année 1876, le *Journal suisse d'horlogerie* a pris naissance au sein de la section d'horlogerie de la Classe d'Industrie et de Commerce, et par là même dépend de la Société des Arts de Genève laquelle, comme le rappelle le Comité directeur du journal « a constamment contribué aux progrès scientifiques de l'horlogerie à Genève, en particulier par les concours de réglage des montres qu'elle instituait déjà en 1790 ».

Malgré la difficulté des débuts, le *Journal suisse d'horlogerie* s'est développé grâce au zèle de son Comité-directeur et de son rédacteur en chef. Il a ouvert de nombreux concours et, à côté de ses numéros mensuels, il a publié un grand nombre d'ouvrages qui sont d'une réelle utilité pour les horlogers.

Tout cela, le numéro spécial le rappelle d'une façon fort instructive. Puis il contient un travail très intéressant sur « l'évolution de l'horlogerie suisse durant le XIXme siècle ». Ce mémoire, divisé en 19 paragraphes, est illustré de nombreuses planches, dont plusieurs en

couleur qui font grand honneur soit aux éditeurs soit à la Société anonyme des arts graphiques de Genève.

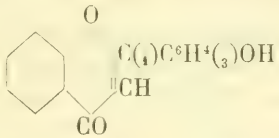
Les *Archives*, actuellement centenaires, sont heureuses de féliciter le *Journal suisse d'horlogerie* arrivé à une belle maturité et lui souhaitent cordialement longue vie et continuation de son activité si utile dans le domaine où il a déjà rendu tant de services. R. G.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

St. von Kostanecki et J. Tambor. Sur la 3′ oxyflavone (*Berichte*, t. XXXIV, p. 1690, Berne).

Les auteurs ont préparé la 3′ oxyflavone



en chauffant avec HI la 2-méthoxy-3′ éthoxy-benzoxylacétophénone, préparée elle-même par condensation de l'éther éthylique de l'acide méthylsalicylique avec la 3-éthoxyacétophénone.

Cette condensation s'opère en chauffant les deux substances ci-dessus à 115° avec du sodium métallique jusqu'à disparition de celui-ci. Le produit introduit dans HI chaud se transforme en *3′ éthoxyflavone* aiguilles blanches, F. 118°, tandis que chauffé plusieurs heures avec HI fort, il se transforme en *3′-oxyflavone* cristallisant dans l'alcool étendu en prismes blancs, F. 208°. La 3′-oxyflavone est difficilement soluble à froid dans la lessive de soude, mais elle s'y dissout à chaud en jaune. Elle donne un sel de Na cristallisé en aiguilles jaune pâle ; son *dérivé acétylé* est en aiguilles blanches, F. 97°.

St. von Kostanecki et J. Tambor. Synthèses dans le groupe de la chromone (*Berichte*, t. XXXIV, p. 1693, Berne).

Bloch, Cricelli et l'un des auteurs ont montré qu'en faisant réagir l'éther éthylique de l'acide acétique en présence de Na métallique sur les éthers diéthyliques de la résacétophénone et de la quinacétophénone, on obtenait des β dicétones que l'acide iodhydrique bouillant transforme en dérivés de la chromone. Dans le but de généraliser cette synthèse, les auteurs du présent mémoire ont remplacé l'éther éthylique de l'acide acétique par celui de l'acide propionique et ils ont obtenu sans difficulté des dérivés de la chromone. Avec l'éther diéthylique de la quinacétophénone, ils ont préparé la *2.5 diéthoxy-propionylacétophénone* $(C^2H^5O)_2\ C^6H^3.\ CO.\ CH^2.\ CO.\ C^2H^5$, qui cristallise en feuillets incolores et dont la solution alcoolique est colorée en rouge par le perchlorure de fer. Cette dicétone, chauffée pendant deux heures avec HI de D = 1.96, se transforme par fermeture de la chaîne en *2-oxy-β éthylchromone*, longues aiguilles, F. 165°, solubles dans H^2SO^4 conc. avec une fluorescence vert-bleu. Son *dérivé acétylé* est en aiguilles blanches, F. 92-93°, son *dérivé métylé* en feuillets rhombiques, F. 87-88°, et son *dérivé éthylé* en cristaux F. 65-66°. Ce dérivé de la chromone, chauffé pendant quelques heures en solution alcoolique avec Na métallique, se scinde en éther éthylique de la quinacétophénone et acide propionique.

Les recherches faites avec l'éther diéthylique de la résacétophénone et l'éther éthylpropionique ou l'éther éthylbutyrique ont donné des résultats analogues.

Dans le premier cas, on a obtenu la *3-éthoxy-β éthylchromone* et la *3-oxy-β éthylchromone*. La première de ces combinaisons cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles F. 83-84°, solubles dans H^2SO^4 conc. avec une fluorescence bleue ; la seconde est en prismes courts F. 186°, qui se comportent de même envers H^2SO^4 conc. Le *dérivé acétylé* fond à 67-68°.

Dans le second cas, on a obtenu la *3 oxy-β-propylchro-*

mone, qui cristallise en aiguilles épaisses et incolores, fusibles à 148°. Le *dériré acétylé* cristallise dans l'alcool étendu en feuillets blancs et fond à 64-65°. F. R.

GÉOLOGIE

W. Bullock Clark et G. Curtis Martin. The eocene Deposits of Maryland. Maryland geological Survey, vol. I avec 64 planches.

Les dépôts tertiaires forment dans les plaines littorales du Maryland une zone orientée du S.-O. au N.-E. ; ils reposent vers l'O. sur un complexe de formations détritiques en grande partie continentales, d'âge crétacique, qui s'appuient elles-mêmes contre les massifs cristallins du Piedmont-Plateau. Ils se divisent normalement en deux parties, l'Eocène et le Néogène, séparées l'une de l'autre par une discordance et formées toutes deux par des sédiments marins, essentiellement littoraux et détritiques, qui renferment de nombreux fossiles. Etant donnée la position presque horizontale du Néogène, celui-ci couvre presque partout les couches plus anciennes du Tertiaire, aussi l'Eocène qui forme plus spécialement le sujet de l'ouvrage analysé ici, n'affleure-t-il guère que dans les coupures créées par l'érosion, ainsi sur les deux rives de la Baie du Chesapeake, dans l'estuaire du Potomac et dans les vallées du Chester River, de South et Severn River, du Patuxent, etc...

Les dépôts éocènes sont formés par des argiles et des grès caractérisés avant tout par la proportion importante de glauconie qu'ils renferment : ils présentent une épaisseur de 200 à 300 pieds. L'ensemble de ces formations désigné par M. Darton sous le nom de *couches de Pamunkey* a pu être divisé en deux parties séparées par un niveau argileux très constant : les *couches d'Adria* à la base qui se divisent encore en deux niveaux, *niveau de Piscataway* et *niveau de Paspotansa*, et les *couches de Nanjemoy*

qui se composent du *Potapaco* et le *niveau de Woodstock*. Ces différentes zones présentent un facies uniforme de grès et de marnes glauconieux ; un examen attentif permet cependant de les distinguer lithologiquement et surtout chacune d'elles est bien caractérisée par une faune spéciale.

Si l'on compare maintenant ces dépôts avec les formations tertiaires des bords du golfe du Mexique, l'on est frappé tout d'abord du grand nombre des espèces qui existent dans une des régions et qui manquent dans l'autre. Pourtant le nombre des espèces communes est largement suffisant pour permettre de paralléliser avec certitude les formations éocènes du Maryland avec le Chickasaurien de M. Dall, en admettant comme probable que la partie tout à fait supérieure des couches de Nanjemoy correspond au Claibornien inférieur de M. Dall. Quant aux formations éocènes d'Europe, il est dificile de les comparer exactement avec celles du Maryland, vu le peu d'espèces communes aux deux régions et le fait que ces espèces sont en général de formes ayant persisté pendant une longue durée. Il paraît pourtant probable que l'Eocène du Maryland représente le Suessonien, le Londinien et une partie du Parisien.

La faune abondante, récoltée dans les formations éocènes, a été décrite en détail dans l'ouvrage analysé ici et cette description, due à huit collaborateurs différents, constitue la partie la plus importante du livre. Des Reptiles, des Poissons, des Arthropodes, des Mollusques, des Molluscoïdes, des Coelenthérés, des Echinodermes et des Protozoaires y sont décrits et figurés successivement ; mais, comme de juste, pour des formations de cette nature, ce sont les Lamellibranches et les Gastéropodes qui occupent la première place. Enfin les planches qui accompagnent et complètent les descriptions sont faites avec le plus grand soin. Ch. Sar.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1901

Août.

135 *bis*. Auerbach (Gustav). Ueber die Elektrolyse von geschmolzenem Jodblei und Chlorblei. *Dissert.* Zürich. (Profess. Lorenz).

179. Dawe (Karl). Ueber Hexamminmetallsalze und Dirhodanatokobaltiake. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

180. Egli (Jacob). Studien zur Theorie der elektrolytischen Kupfergewinnungsmethoden. *Dissert.* Zürich (Prof. Lorenz).

181. Höber (Rudolf). Ueber Resorption im Darm. Zürich. Physiol. Inst. der Univ. — *Pflüger's Archiv* **86**. 199.

182. Lunge (G.). Ueber das Verfahren von Parr zur Bestimmung des Heizwertes von Brennstoffen. Zürich. Techn.-chem. Labor. des Polytechn.— *Zeitschr. für angew. Ch.* **14**. 793.

40 *bis* Pictet (Amé si Athanasescu (Basile). Sintesa partiala a laudanosinei. Geneva. Lab. de chimie farm. al Univ. — *Bul. Soc. de Sciinte din Bucuresci.* **10**. 198.

183. Schwarz (Paul). Ueber Asterollösungen. Basel. Lab. des chem. Fabrik F. Hoffmann-La Roche und C°. — *Pharm. Centralhalle.* **42**. 527.

129 *bis*. Theiler (Karl). Ueber die Oxydation aromatischer Alkyloxyaldehyde und Alkyloxyketone zu den entsprechenden Säuren. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

184. Treadwell (F.-P.). Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. Band II. Quantitative Analyse (Wien 1901). Zürich.

Septembre.

185. Bamberger (Eugen) und Gruyter (Paul de). Ueber Formazylmethylketon. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Journal für prakt. Ch.* **64**. 222.

186. Bamberger (Eug.) und Müller (Jens). Ueber die Einwir-

wirkung von Diazobenzol auf einige aliphatische Aldehyde und Ketone. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Journal für prakt. Ch.* **64**. 199.

187. Bistrzycki (A.) und Herbst (C.). Ueber das p-Oxytriphenylcarbinol. Freiburg. I Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **34**. 3073.

188. Bistrzycki (A.) und Nowakowski (L.). Die Condensation von Benzilsäure mit Phenolen. Freiburg. I. Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **34**. 3063.

189. Bistrzycki (A.) uud Stelling (E.). Das Verhalten von Brom zu den ungesättigten Condensationsprodukten aus substituirten Benzaldehyden und Benzylcyanid. Freiburg. I Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **34**. 3081.

190. Bistrzycki (A.) und Wehrbein (K.). Synthese rein aromatischer tertiärer Säuren. Freiburg. I Chem. Lab. der Univ. — *Berichte* **34**. 3079.

191. Coppet (L.-C. de). Sur l'heptahydrate de sulfate de calcium. Lausanne. *Bull. de la Soc. vaudoise des Sc. nat.* **37**. 455.

192. Forel (F.-A.). Les matières organiques dans l'eau du lac Léman. Morges. — *Bull. de la Soc. vaudoise des Sc. nat.* **37**. 479.

193. Goldschmidt (Carl). Ester der Anthranilsäure. Genf. — *Chem.-Zeitung* **25**. 793.

194. Goldschmidt (Carl). Cantharidin. Genf. — *Chem.-Zeitung.* **25** .793.

195. Halban (Joh. v.). Ueber Chromammoniakverbindungen. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

196. Heffter (A.). Ueber Cacteenalkaloïde. Bern. Inst. für med. Chemie und Pharmakologie.— *Berichte* **34**. 3004.

197. Kelhofer (W.) Ueber die Zusammensetzung und Beurtheilung von auf verschiedene Art bereiteten Weinen. Wädensweil Obst-und Weinbauschule. — *Schweiz. Wochenschr.* **39**. 438.

123 *bis*. Kehrmann (F.) und Nuesch (P.). Ueber das 15. Isomere des Rosindulins. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 3099.

39 *bis*. Kehrmann (F.) und Ott (Emil). Ueber das 14. Isomere des Rosindulins. Genf. Univ.-Lab.— *Berichte* **34**. 3092.

198. Kehrmann (F.) und Steiner (G.). Ueber zwei neue Nitroaminodiphenylamine. Genf. Univ.-Lab.— *Berichte* **34**. 3089.

199. Keto (Eduard). Ueber die Harze der Copaïvabalsame. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* **239**. 548.

200. Kostanecki (St. v.) und Lloyd (L.). Studien in der Chromongruppe. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 2942.

201. Kostanecki (St. v.), Paul (L.) und Tambor (J.). Synthese des 3-Oxychromons. Bern. Univ.-Lab.— *Berichte* **34**. 2475.

202. Kunz (Max-Albert). Untersuchungen über Phenanthren. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

203. Pfeiffer (P.). Ueber die Existenz des Trichlorotriaquochroms. Zürich. — *Berichte* 34. 2559.

58 *ter*. Pictet (Amé) et Rotschy (Arnold). Sur trois nouveaux alcaloïdes du tabac. Genève. Lab. de chimie pharm. de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* 12. 209.

204. Reverdin (Frédéric) et Crépieux (Pierre). Action de l'acide nitrique sur la toluène-o-nitro-p-sulfamide et nitration du p-sulfochlorure de toluène. Genève. — *Archives des Sc. phys. et nat.* 12. 235.

204 *bis*. Reverdin (Frédéric) und Crépieux (Pierre). Einwirkung der Salpetersäure auf o-Nitrotoluol-p-sulfamid; Nitrirung von p-Toluol sulfochlorid. Genf. — *Berichte* 34. 2992.

205. Reverdin (Frédéric) und Crepieux (Pierre). Ueber einige Derivate des Toluol-p-sulfochlorids und des o-Nitrotoluol-p-sulfochlorids. Genf. — *Berichte* 34. 2996.

22 *bis*. Rossel (A.) et Landriset (A.). Analyse du gaz acétylène brut et sa purification pour l'éclairage. Soleure et Genève.— *Mon. scient.* 15. (II) 569.

206. Schall (C). Ueber Carbodiphenylimid. Zürich. Univ.-Lab. *Journal für prakt. Ch.* 64. 261.

156 *bis*. Tschirch (A.) und Itallie (L. van). Ueber den orientalischen Styrax. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Archiv der Pharm.* 239. 505.

207. Tschirch (A.). und Itallie (L. van). Ueber den amerikanischen Styrax. Bern. Pharm. Inst. der Univ.— *Arch. der Pharm* 239. 532.

208. Werner (A.). Ueber Acetylacetonverbindungen des Platins. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 2584.

209. Werner (A.) und Dinklage (K.). Ueber Nitrilopentachloroosmiumsaure Salze und die Constitution der Osmiamsäure. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 2698.

210. Werner (A.) und Herty (Ch.). Beiträge zur Konstitution anorganischer Verbindungen. Zürich. Univ.-Lab. — *Zeitschr. physik. Ch.* 38. 331.

202 *bis*. Werner (A.) und Kunz (J.). Ueber Phenanthrylamine. Zürich. Univ.-Lab.— *Berichte* 34. 2524.

Octobre.

211. Abeljanz (H.). Stædeler-Kolbe's Leitfaden für die qualitative chemische Analyse. 12. Aufl. Neu bearbeitet von H. Abeljanz. Zürich 1901.

212. Becker (Hans). Contributions à l'étude des colorants du type azonium. *Thèse*. Genève (Dr Kehrmann).

213. Bunge (G. v.). Ueber ein Kochsalzsurrogat der Negerstämme in Sudan. Basel. — *Zeitschr. Biol.* 41. 484.

214. Destraz (Henry). Ueber einige Produkte der Einwirkung

von Formaldehyd auf β-Arylhydroxylamine. *Dissert.* Zürich. (Prof. Bamberger).

215. Fröhlich (Adolf). Ueber Propylendiaminverbindungen *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

216. Graebe (C.) und Aders (R.-H.). Ueber Methylirung von Euxanthon und Alizarin mittelst Dimethylsulfat. Genf. Chem. Lab. der Univ. — *Liebig's Ann.* **318.** 365.

217. Graebe (C.), Aders (R.-H.) und Heyer (J.). Ueber Euxanthinsäure. Genf. Chem. Lab. der Univ. — *Liebig's Ann.* **318.** 345

218. Hofmann (Joh.). Ueber die chemischen Bestandteile einiger Pilze. *Dissert.* Zürich. (Dr Winterstein).

219. Kym (O.). Ueber die Einwirkung von Natriumnitrit auf α-Dinitrochlorbenzol und Picrylchlorid. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 3311.

220. Lunge (G.) und Lohöfer (W.). Ueber die Entfernung der Kieselsäure aus alkalischen Laugen. Zürich Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. für angew. Ch.* **14.** 1102.

221. Mindes (J.). Manuale der neuen Arzneimittel. 4. Aufl. Zürich 1901.

205 *bis*. Reverdin (Frédéric) et Crépieux (Pierre). Sur quelques dérivés du p-sulfochlorure de toluène et de l'o-nitro-p-sulfochlorure de toluène. Genéve. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **12.** 325.

222. Ritter (Ernst). Beiträge zur Kenntnis der Cholesterine. *Dissert.* Zürich. (Prof. Schulze).

222 *bis*. Ritter (E.). Methode zur quantitativen Abscheidung von Cholesterinen aus Fetten. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Chem.-Zeitung* **25.** 872.

223 Schulze (E.). und Winterstein (E.). Ueber die Ausbeute an Hexonbasen, die aus einigen pflanzlichen Eiweissstoffen zu erhalten ist. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **33.** 547.

224. Schulze (E.). und Winterstein (E.). Ueber das Verhalten einiger Monoaminosäuren gegen Phosphorwolframsäure. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **33.** 574.

225. Schwabacher (Hermann). Ueber Phenantrolchinone. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner).

226. Schweitzer (A.). Ein neuer Vorlesungsversuch zur Demonstration des osmotischen Druckes. Zürich. Polytechn. — *Zeitschr. physik.-chem. Unterr.* **14.** 222.

227. Strzyzowski (Casimir). Einiges über Harnindikan. Lausanne. Physiol.-chem. Lab. der Univ. — *Oesterr. Chem. Zeitung* **4.** 465.

228. Werner (A.). Ueber Carboxonium-und Carbothionium-Salze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **34.** 3300.

229. Wolberg (Adam Alex.). Ueber Dibromotetramminkobaltiake. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner.).

Novembre.

112 *bis*. Diller (Ernst(. Zur Synthese des Luteolins. *Dissert.* Bern. (Prof. von Kostanecki).

230. Erismann (F.) Die Brotsurrogate in Hungerszeiten und ihre Ausnutzung im menschlichen Verdauungskanal. Zürich. — *Zeitschr. Biol.* 42. 672.

231. Gnehm (R.). Kleine Mittheilungen. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn.— *Zeitschr. für angew. Ch.* 14. 1208.

232. Kalkmann. Ueber die Anlagerung von Säuren an Sauerstoffkörper und über Chromharnstoffverbindungen. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner.).

233. Kehrmann (F.). und Wentzel (F.). Ueber die basischen Eigenschaften des Kohlenstoffs und die Constitution des sogenannten Triphenylmethyls. Genf. Univ.-Lab. — *Ber.* 34. 3815.

234. Kostanecki (St. v.) und Rozycki (A.). Ueber α-Aethylluteolin. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 3719.

235. Kostanecki (St. v.) und Rozycki (A.). Ueber das 3. 3'. 4'-Trioxyflavon. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 3721,

236. Lohöfer (Wilhelm). Ueber die Untersuchung und technische Behandlung von Gemengen der Karbonate. Silikate, Hydrate und Sulfide des Natriums. *Dissert.* Zürich. (Prof. Lunge).

236 *bis*. Lunge (G.) und Lohöfer (W.). Untersuchungsmethoden für die Schmelzsoda der Zellstofffabriken. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn.— *Zeitschr. für angew. Ch.* 14. 1125.

237 Mai (J.). Ueber Stickstoffgewinnung aus Ammoniumnitrat. Bern.— *Berichte* 34. 3805.

238. Maurizio (A.). Einige Mehle und Brote aus Hungergegenden Russlands. Zürich. Schweiz. agrik.-chem. Anstalt. — *Zeitschr. Unters. Nahr.-Genussm.* 4, 1017.

239. Müller (Friedrich). Beiträge zur Kenntnis des Mucins und einiger damit verwandter Eiweissstoffe. Basel. Medizin. Klinik. — *Zeitschr. Biol.* 42. 468.

240. Nietzki (R.) und Slaboszewicz (Joseph). Ueber eine neue Synthese der Fluorindine. Basel. Nietzki's Lab.— *Berichte* 34. 3727.

241. Piccard (J.) Plasticität und Adhäsivität des Glases bei gewöhnlicher Temperatur. Basel. — *Berichte* 34. 3635.

242. Rekner (Karl). Ueber eine dritte Phenanthrensulfosäure. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner).

243. Rupe (H.), Braun (A.) und Zembruski (K. v.). Ueber

einige Abkömmlinge des Acetophenons. Basel. — *Berichte* 34 3522.

244. Rupe (H.) und Wasserzug (D.). Notizen über chromophore Gruppirungen. Basel. — *Berichte* 34. 3527.

245. Sacher (Julius Friedrich). Ueber die Zersetzungsspannung von geschmolzenem Natriumhydroxyd und Bleichlorid. *Dissert.* Zürich. (Prof. Lorenz).

245 *bis*. Sacher (Julius Friedrich). Ueber die Zersetzungsspannung von geschmolzenen Natriumhydroxyd und Bleichlorid. Zürich. Elektrochem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* 28. 385.

246. Salzer (Franz). Ueber complexe Kobaltammoniake. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner).

247. Scherrer (A.). Beiträge zur Perkin'sche Reaction und Synthese von 3-Aethoxyphenanthrenchinon. *Dissert.* Zürich. (Prof. Werner).

240 *bis*. Slaboszewicz (Jozef). Ueber eine neue Synthese der Fluorindine. *Dissert.* Basel. (Prof. Nietzki).

248. Treadwell (F.-P.). Die Anwendung des Kaliumpercarbonats als Ersatz für Wasserstoffsuperoxyd. Zürich. Analyt. Lab. des Polytechn. — *Chem.-Zeitung* 25. 1008.

80 *ter*. Tschirch (A.). Ueber die Aloë. Bern. Pharm. Institut der Univ. — *Schweiz. Wochenschr.* 39. 497.

249. Tschirch (A.). Ueber die Copaïvabalsame. Bern. Pharm. Inst. der Univ. — *Schweiz. Wochenschr.* 39. 509.

250. Ullmann (F.) und Forgan (W.-Russel). Ueber Biphenylderivate. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 3802.

Décembre.

251. Ackermann (E.). Sur les vins blancs nouveaux de 1901 du canton de Genève. Modification de la méthode de dosage de l'extrait. Genève. Lab. cantonal.— *J. suisse de Ch.* 39. 558.

252. Ackermann (Edwin). Ueber gebrochenes Melken. Genf. Kantonal Lab. — *Chem.-Zeitung* 25. 1160.

253. Bach (A.). Zur Kenntniss des Mechanismus der Einwirkung von Hydroperoxyd auf Permangansäure. Genf. Privatlab. — *Berichte* 34. 3851.

254. Bamberger (Eug.). und Demuth (Ed.). Umwandlung der Orthoazidobenzaldehyde in Anthranile. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 34. 3874.

255. Bamberger (Eug.) und Demuth (Ed.). Ueber die Constitution des Anthranils. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. *Berichte* 34. 4015.

256. Bamberger (Eug.) und Rising (Ad.). Ueber das Molekulargewicht der Nitrosoaryle. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* 34. 3877.

257. Chuard (E.) et Porchet (F.). Statistique des moûts vaudois de 1901. Lausanne. — *J. suisse de Ch.* 39. 562.
258. Crivelli (Carlo). Synthese des ζ-Methyl-2-Oxychromons und des 2-Oxyflavons. *Dissert.* Bern. (Prof. v. Kostanecki).
259. Czajkowski (Jan Marcyan). Versuche zur Synthese des Luteolins. Synthese des Apigenins. *Dissert.* Bern. (Prof. v. Kostanecki).
260. Fichter (Fr.) und Merckens (Otto). Ueber die α-Phenylglutarsäure und die γδ-Diphenylallylessigsäure. Basel. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 4174.
261. Flürscheim (Bernhard). Beiträge zur Kenntnis der Kieselwolframsäuren. *Dissert.* Genf. (Dr Kehrmann).
125 *bis.* Gnehm (R.) und Rübel (Ed.-A.). Ueber Derivate des p-Tolyl-α-naphtylamins. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *J. prakt. Ch.* 64. 497.
262. Guye (Ph.-A.) et Mallet (Ed.). Constantes critiques et complexité moléculaire d'hydrocarbures élevés. Genève. Lab. de ch. physique de l'Univ. — *Comptes rendus* 133. 1287.
28 *bis.* Kehrmann (F.). Ueber Azthionium-Verbindungen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 4170.
263. Lunge (G.). Zur calorimetrischen Untersuchung von Brennmaterialien. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* 14. 1270.
264. Lunge (G.). Ueber die Herstellung der Natriumarsenitlösung für die Maassanalyse. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* 14. 1293.
265. Mai (J.) und Schwabacher (F.). Einwirkung von Monochloressigsäure auf Oxyazoverbindungen. Bern. — *Berichte* 34. 3936.
266. Pfeiffer (P.). Neue Darstellungsmethode für Dirhodanatochromsalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* 34. 4307.
267. Pfeiffer (P.). Ueber Chromiake. Zürich. Chem. Univ.-Lab. *Zeitschr. anorg. Ch.* 29. 107.
268. Pfeiffer (P.). Eisenchlorürpyridin. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Zeitschr. anorg. Ch.* 29. 138.
204 *ter.* Reverdin (Frédéric) et Crépieux (Pierre). Action de l'acide nitrique sur la toluène-o-nitro-p-sulfamide et nitration du p-sulfochlorure de toluène. Genève. — *Bull. de la Soc. chimique* 25. 1040.
205 *ter.* Reverdin (Frédéric) et Crépieux (Pierre). Sur quelques dérivés du p-sulfochlorure de toluène et de l'o-nitro-p-sulfochlorure de toluène. Genève. — *Bull. de la Soc. chimique* 25. 1044.
269. Rossel (Otto). Ueber Nachweis von Blutfarbstoff im Harn. Bern. Inst. für mediz. Chemie. — *Schweiz. Wochenschr.* 39. 557.
270. Rupe (Hans). Die Chemie der natürlichen Farbstoffe (Braunschweig) 1902. Basel.

271. SCHULZE (E.). Können Leucin und Tyrosin den Pflanzen als Nährstoffe dienen? Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. *Landw. Vers.-Stationen* **56**. 97.

272. SCHULZE (E.) und WINTERSTEIN (E.). Beiträge zur Kenntniss des Arginins und des Ornithins. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **34**. 128.

273. STEINMANN (A.). Sur l'exécution de la réaction de Halphen. Genève. Lab. cantonal. — *J. suisse de Ch.* **39**. 560.

164 *bis*. ULLMANN (F.) und MARIC (A.) Ueber Diaminoacridiniumverbindungen. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **34**. 4307.

274. ULLMANN (F.) und MARIC (A). Ueber 3′-Dimethylamino-1.2.-naphtacridin. Genf. Univ.-Lab.— *Berichte* **34**. 4317.

275. WINTERSTEIN (E.). Ueber eine Methode zur Abscheidung der organischen Basen aus den Phosphorwolframsäure-Niederschlägen. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn.— *Zeitschr. physiol. Ch.* **34**. 153.

EXTENSION DE LA PUBLICATION MENSUELLE

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

de Genève (Observatoire) et du Grand Saint-Bernard

Durant l'année 1901 la nouvelle station thermométrique et hygrométrique, installée en octobre 1900[1], au *Grand Saint-Bernard* a fonctionné en même temps que l'ancienne station thermométrique qui date de 1817. A partir de l'année 1902, celle-ci ne sert plus et les observations se font exclusivement à la nouvelle station. En même temps que ce changement d'emplacement, nous avons introduit un changement dans les heures d'observation qui seront dorénavant celles du *réseau météorologique suisse*, soit 7 h. du matin, 1 h. et 9 h. du soir (temps local) pour tous les éléments météorologiques.

Nous nous sommes aussi décidé à imprimer, dès cette année, ces observations *in extenso*. Les tableaux des observations mensuelles du Grand Saint-Bernard comprendront donc *toutes* les observations qui y sont faites trois fois par jour, et non plus seulement les moyennes et leurs écarts relativement aux valeurs normales. Il a fallu, de ce fait, répartir les chiffres publiés en deux tableaux : on y trouvera tous les documents publiés jusqu'ici et, en outre, les données directes des observations.

Les valeurs normales diurnes d'après lesquelles sont calculés les écarts des divers éléments sont toujours celles que Plantamour a déduites des observations faites de 1841 à 1867, à une époque où l'on observait les instruments 9 fois par jour. Nous les avons conservées telles quelles après nous être assuré, par la comparaison des observations faites en 1901, 8 fois par jour à

[1] *Archives*, 1900, vol. X, p. 509.

l'ancienne station et 3 fois à la nouvelle, que la concordance des moyennes était satisfaisante. Elle est complète pour la pression atmosphérique et presque complète pour la température.

Une fois que nous modifiions le mode d'impression des tableaux du Grand Saint-Bernard, nous avons aussi modifié celui des tableaux de Genève. Les *moyennes* publiées sont toujours celles des *huit observations trihoraires* et tout ce qui était donné précédemment, moyennes, écarts, extrêmes, a été maintenu intégralement. Nous y avons seulement joint les observations directes faites à 7 h. du matin, 1 h. et 9 h. du soir, afin que la comparaison pût se faire avec les observations du Grand Saint-Bernard et celles des autres stations suisses.

Nous avons conservé les modifications à la publication introduites avec le commencement de l'année 1901 et nous avons apporté quelques modifications de détail nouvelles : C'est ainsi que, pour gagner de la place, nous avons supprimé les tableaux des « valeurs extrêmes de la pression atmosphérique observées au barographe ». On les retrouve dans les colonnes des minima et des maxima barométriques. Puis, à la dernière ligne des tableaux correspondant au *mois*, nous avons ajouté l'indication des *totaux* à celle des *moyennes*, ce qui nous a permis de supprimer un tableau à la dernière page. Les caractères typographiques ont été améliorés et nous avons suivi l'usage généralement adopté maintenant, d'imprimer en **caractères gras** dans chaque colonne les valeurs extrêmes. Ce sont tantôt la plus faible et la plus forte, tantôt l'une seulement, quand c'est une colonne consacrée aux minima ou aux maxima eux-mêmes. Nous avons ajouté quelques indications générales qui nous ont semble utiles. Enfin, à cause du manque de place dans les pages consacrées à Genève, nous avons dû reporter à la suite des observations du Grand Saint-Bernard les indications relatives aux observations qui se font dans le réseau des *stations du canton de Genève.*

R. Gautier.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

JANVIER 1902

Le 1er, très forte gelée blanche le matin.
2, pluie pendant toute la journée; très fort vent le matin jusqu'à 4 h. du soir et à 10 h. du soir.
3, pluie dans la nuit.
4, forte gelée blanche le matin; forte rosée le soir.
5, gelée blanche dans la nuit.
6, gelée blanche le matin.
7, forte gelée blanche le matin persistant par places pendant la journée.
8, très forte gelée blanche le matin et le soir; brouillard à 10 h. du matin.
9, très forte gelée blanche le matin; brouillard pendant tout le jour; givre.
10, brouillard pendant tout le jour; givre.
11, brouillard pendant tout le jour; givre.
12, brouillard pendant tout le jour; fort givre.
13, brouillard avant 7 h. du matin; le givre tombe vers midi; faible gelée blanche le soir.
14, brouillard pendant tout le jour; très forte gelée blanche le matin; très forte bise depuis 9 h. du soir.
15, très forte bise le matin jusqu'à 4 h. du soir.
16, couronne lunaire.
17, gelée blanche le matin; halo lunaire.
18, très forte gelée blanche le matin; brouillard pendant tout le jour.
19, brouillard le matin et le soir; forte bise à 10 h. du matin.
20, brouillard pendant tout le jour.
21, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.
22, brouillard pendant tout le jour; forte gelée blanche le matin.
23, brouillard à 7 h. du matin.
24, très forte gelée blanche et léger brouillard le matin; fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
25, pluie la nuit jusqu'à 10 h. du matin; nouvelle neige sur les montagnes environnantes; grésil à 4 h. du soir; très fort vent pendant tout le jour.
26, grésil le matin.
27, neige la nuit jusqu'à 10 h. du matin; hauteur : 3cm.5; pluie depuis 10 h. du matin; très fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.
28, pluie dans la nuit et depuis 1 h. du soir; fort vent de 1 h. à 9 h. du soir.
29, pluie dans la nuit et à 4 h. du soir.
30, très forte bise pendant tout le jour.
31, très forte bise pendant tout le jour.

Hauteur totale de la neige : 3cm.5 en 1 jour.

GENÈVE — JANVIER 1902

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	32.4	30.8	28.7	31.08	+ 3.26	27.9	33.6	S. 0	S. 0	SW. 0	calme	0.6	1	6	0	5	3.2	1.7	2
2	26.0	23.9	24.3	25.22	− 2.62	23.9	27.5	WSW. 2	WSW. 4	SSW. 1	WSW. 2	16.5	10	10	10	10	...	**17.7**	10
3	27.1	30.1	33.6	29.48	+ 1.62	25.0	33.6	SSW. 1	SSW. 1	SW. 0	calme	2.1	10	7	0	4	4.8	....	....
4	33.7	32.9	31.7	32.93	+ 5.06	31.6	34.1	S. 0	S. 0	N. 0	calme	1.5	1	0	0	0	6.4	....	...
5	30.8	31.8	35.8	32.50	+ 4.61	30.8	36.4	W. 0	SSW. 1	N. 1	var.	3.3	10	10	7	9	...	....	....
6	38.1	39.1	40.1	38.63	+ 10.73	36.5	40.2	NE. 0	NNE. 1	W. 0	calme	4.6	0	0	0	0	**7.5**	....	....
7	41.2	40.9	41.4	41.00	+ 13.09	40.0	41.4	NE. 1	N. 1	E. 0	calme	2.5	9	0	0	2	7.1	....	....
8	41.0	40.2	39.6	40.41	+ 12.50	39.3	41.4	S. 0	NE. 0	SE. 0	calme	1.5	6	5	0	4	1.7	....	....
9	38.6	38.1	37.9	38.38	+ 10.46	37.6	39.2	SW. 1	S. 1	S. 0	calme	2.5	10	10	10	10	...	....	....
10	36.9	35.7	34.9	36.13	+ 8.21	34.7	37.8	S. 0	S. 0	NE. 0	calme	2.1	10	9	10	10	...	....	....
11	33.4	33.0	33.1	33.39	+ 5.47	32.6	34.6	S. 0	N. 0	W 0	calme	1.2	10	10	10	10	...	....	....
12	32.0	31.4	32.0	32.12	+ 4.20	31.4	33.0	SW. 1	SW. 0	SW. 0	calme	2.5	10	10	10	10	...	....	....
13	31.8	31.3	32.3	31.80	+ 3.88	31.2	32.4	SW. 0	SW. 0	W. 0	calme	1.9	10	5	0	4	2.8	....	....
14	33.5	34.1	35.9	34.15	+ 6.24	32.4	36.3	S. 0	SW. 1	NNE. 2	NNE. 1	9.4	10	10	10	10	...	....	....
15	39.6	42.0	44.4	41.15	+ 13.25	36.5	44.7	NNE. 4	NNE. 3	N. 1	NNE. 3	27.1	10	8	0	6	3.4	....	....
16	44.9	44.2	41.4	**43.74**	+ **15.85**	40.7	**45.3**	SE. 0	NE. 1	SW. 0	calme	0.8	10	10	10	10	...	....	....
17	39.3	36.6	34.6	37.44	+ 9.56	34.1	40.1	S. 0	NNE. 1	SW. 0	var.	3.1	6	8	1	5	3.3	....	....
18	31.9	31.4	32.3	31.96	+ 4.09	31.1	33.3	SE. 0	NE. 0	SE. 0	calme	1.2	10	10	10	10	...	....	....
19	32.9	33.8	36.5	34.04	+ 6.19	32.4	36.7	NNE. 1	NNE. 1	E. 0	var.	4.4	10	10	10	10	...	....	....
20	37.5	38.0	38.8	37.84	+ 10.01	36.8	38.9	S. 0	SE. 0	S. 0	calme	0.4	10	10	10	10	...	....	....
21	38.8	38.6	38.1	38.49	+ 10.68	37.5	39.6	S. 0	NE. 0	S. 0	calme	0.6	10	4	0	4	3.5	....	....
22	37.1	36.0	35.7	36.50	+ 8.71	35.1	37.6	S. 0	S. 0	S. 0	calme	1.1	10	10	10	10	...	....	....
23	33.5	32.5	31.0	32.84	+ 5.07	30.6	34.8	SE. 0	N. 0	SW. 0	calme	2.1	10	5	6	4	2.6	...	...
24	28.5	25.5	21.2	26.00	− 1.74	20.5	30.1	W. 0	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	7.5	1	0	7	4	5.9	14.0	7
25	15.0	11.8	15.5	**15.51**	− **12.17**	**11.8**	20.8	SSW. 3	SSW. 3	SSW. 2	SSW. 2	20.9	10	10	8	9	...	0.5	...
26	18.8	23.7	28.3	22.36	− 5.32	15.5	28.6	E. 0	WSW. 1	S. 0	var.	9.2	5	10	10	8	2.9	2.4	2
27	24.3	22.4	21.8	23.61	− 4.04	21.6	27.7	W. 1	WSW. 3	SSW. 1	SSW. 2	14.6	10	10	10	10	...	12.7	12
28	20.7	18.9	19.1	19.75	− 7.86	17.2	21.5	SW. 1	SSW. 2	SSW. 3	SSW. 2	15.7	7	10	10	9	0.2	4.6	3
29	21.1	22.1	26.0	22.45	− 5.12	20.1	26.9	SSW. 1	SSW. 1	NNE. 1	var.	11.5	10	10	5	10	1.1	0.3	....
30	28.7	28.3	26.0	27.63	+ 0.10	27.7	29.3	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 4	NNE. 3	29.2	10	6	10	9	1.6	....	...
31	25.2	25.5	27.3	25.96	− 1.53	25.0	27.5	NNE. 3	NNE. 3	NNE. 2	NNE. 3	**35.4**	10	10	10	10	...	....	....
Mois	32.07	31.75	32.23	32.08	+ 4.71							7.65	8.3	7.5	6.3	7.3	58.0	53.9	36

GENÈVE — JANVIER 1902

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	- 1.8	+10.0	+ 4.4	+ 3.25	+ 3.46	- 2.2	+12.5	98	55	75	79	- 7	55	98	...	.....	1645
2	+ 6.6	+ 8.6	+ 9.9	+ 7.86	+ 8.10	+ 4.5	+10.4	85	73	78	81	- 5	73	86	6.2	+ 0.8	1585
3	+ 9.4	+14.2	+ 3.8	**+ 8.90**	**+ 9.16**	+ 2.0	**+15.2**	86	59	92	82	- 4	59	96	5.8	+ 0.4	1585
4	- 0.2	+ 9.1	+ 2.0	+ 2.91	+ 3.22	- 0.4	+11.0	97	70	96	92	+ 6	70	100	5.6	+ 0.2	1690
5	+ 3.3	+ 8.4	+ 5.2	+ 4.75	+ 5.04	+ 0.8	+ 9.0	87	73	62	77	- 9	58	90	...	.....	1755
6	+ 1.6	+ 5.7	- 0.1	+ 2.54	+ 2.85	- 1.0	+ 7.0	85	57	92	71	-15	54	89	5.3	0.0	1720
7	- 1.2	+ 4.0	+ 0.4	+ 0.82	+ 1.14	- 3.0	+ 5.8	96	66	88	82	- 4	66	96	5.2	0.0	1700
8	- 3.5	+ 1.8	- 2.4	- 1.11	- 0.79	- 4.3	+ 4.2	95	82	100	91	+ 5	80	100	5.0	- 0.2	1640
9	- 3.6	- 3.4	- 4.3	- 3.73	- 3.41	- 5.2	- 2.0	100	100	100	99	+13	97	100	4.9	- 0.2	1640
10	- 6.8	- 2.4	- 3.3	- 4.45	- 4.13	- 7.0	- 0.3	100	96	100	98	+12	90	100	4.7	- 0.4	1622
11	- 6.8	- 3.8	- 4.2	**- 4.96**	**- 4.64**	**- 7.7**	- 2.7	100	95	100	99	+13	95	100	4.7	- 0.4	1595
12	- 4.8	- 3.0	- 5.2	- 4.20	- 3.89	- 5.7	- 2.0	100	100	95	99	+13	96	100	...	.....	1555
13	- 2.4	+ 3.5	- 1.2	- 0.49	- 0.19	- 5.5	+ 5.0	96	87	96	90	+ 4	63	98	4.9	- 0.1	1545
14	- 3.4	+ 0.2	+ 1.6	- 0.74	- 0.45	- 4.5	+ 2.8	95	92	82	91	+ 5	79	100	4.8	- 0.2	1510
15	- 1.6	- 0.4	- 1.6	- 0.89	- 0.62	- 2.2	+ 0.7	88	74	92	84	- 2	74	92	4.1	- 0.9	1535
16	- 4.6	+ 0.6	- 2.1	- 1.95	- 1.70	- 5.5	+ 2.6	90	69	92	84	- 2	69	92	4.3	- 0.7	1535
17	- 2.6	+ 4.8	- 0.6	+ 0.21	+ 0.44	- 2.9	+ 5.6	92	69	96	85	- 1	69	92	4.6	- 0.3	1535
18	- 0.8	+ 0.8	+ 0.3	- 0.55	- 0.35	- 3.8	+ 1.2	92	92	88	90	+ 4	85	92	4.7	- 0.2	1475
19	+ 1.0	+ 1.6	+ 1.2	+ 1.12	+ 1.30	0.0	+ 1.7	82	72	85	79	- 7	72	85	...	.....	1485
20	0.0	+ 2.5	+ 1.2	+ 1.11	+ 1.25	- 0.3	+ 3.1	97	72	80	82	- 4	71	90	4.8	- 0.1	1495
21	0.0	+ 3.4	- 0.8	+ 0.69	+ 0.80	- 2.8	+ 4.8	83	86	82	83	- 3	73	92	5.0	+ 0.1	1457
22	- 1.7	+ 2.2	+ 1.8	+ 0.21	+ 0.28	- 3.7	+ 3.1	95	82	85	88	+ 2	78	95	4.8	0.0	1470
23	+ 1.2	+ 3.6	- 1.8	+ 1.38	+ 1.41	- 2.2	+ 4.5	78	67	92	81	- 5	67	97	4.8	0.0	1485
24	- 4.9	+ 9.2	+ 6.2	+ 2.10	+ 2.09	- 5.1	+10.0	92	45	54	71	-14	**45**	95	4.9	+ 0.1	1447
25	+ 6.0	+ 7.0	+ 2.0	+ 5.09	+ 5.03	+ 1.6	+ 8.2	76	58	65	63	-22	53	76	5.0	+ 0.2	1415
26	- 0.2	+ 1.8	- 0.4	+ 0.40	+ 0.30	- 1.0	+ 3.6	92	70	89	79	- 6	62	95	...	.....	1465
27	- 1.8	+ 2.6	+ 4.6	+ 1.39	+ 1.24	- 1.9	+ 5.5	96	68	81	87	+ 2	68	97	4.9	+ 0.1	1465
28	+ 4.9	+ 6.4	+ 6.1	+ 5.44	+ 5.23	+ 2.9	+ 8.0	86	75	65	81	- 4	74	86	4.8	0.0	1480
29	+ 3.0	+ 7.2	+ 2.2	+ 3.89	+ 3.63	+ 2.0	+ 7.4	83	61	82	77	- 8	61	88	4.9	+ 0.1	1505
30	+ 0.1	+ 0.9	+ 0.1	+ 0.72	+ 0.40	- 0.2	+ 1.5	78	80	81	78	- 7	70	81	4.7	- 0.1	1465
31	+ 0.8	+ 2.2	+ 2.4	+ 1.50	+ 1.12	+ 0.4	+ 2.8	85	71	72	76	- 9	68	85	4.5	- 0.3	1420
Mois	- 0.47	+ 3.53	+ 0.75	+ 1.07	+ 1.15	- 2.06	+ 4.85	90	75	85	84	- 2			+ 4.92	- 0.19	1546

MOYENNES DE GENÈVE. — JANVIER 1902

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	34.44	34.42	34.56	35.18	34.35	34.24	34.63	34.80	34.58
2e »	35.55	35.52	35.67	36.30	35.56	35.42	35.91	36.18	35.76
3e »	27.05	26.72	26.53	26.70	25.94	26.10	26.35	26.36	26.47
Mois	32.18	32.04	32.07	32.53	31.75	31.73	32.11	32.25	32.08

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 0.73	+ 0.34	+ 0.38	+ 2.17	+ 5.60	+ 4.70	+ 2.15	+ 1.05	+ 2.18
2e »	— 2.29	— 2.69	— 2.60	— 1.55	+ 0.68	+ 0.85	— 0.22	— 1.24	— 1.13
3e »	+ 1.44	+ 0.79	+ 0.70	+ 2.15	+ 4.23	+ 3.52	+ 2.27	+ 1.79	+ 2.07
Mois	— 0.10	— 0.48	— 0.47	+ 0.96	+ 3.53	+ 3.04	+ 1.53	+ 0.57	+ 1.07

Fraction de saturation en %.

1re décade	90	91	93	82	73	76	87	90	85
2e »	92	92	93	90	82	80	88	90	88
3e »	82	84	86	79	69	72	78	79	79
Mois	88	89	90	83	75	76	84	86	84

Dans ce mois l'air a été calme 484 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{70}{59} = 1.18$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 41°.6 W.
Son intensité est égale à 4.3 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		732.0
Nébulosité		7.4
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+1°.27
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+1°.14
Fraction de saturation		83 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875)	727.37
Nébulosité	(1847-1875)	7.9
Hauteur de pluie	(1826-1875)	48mm.7
Nombre de jours de pluie	(id.)	10
Température moyenne	(id.)	— 0°.08
Fraction de saturat.	(1849-1875)	86 %

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

JANVIER 1902

Le 2, neige dans l'après-midi.
3, forte bise et neige à 7 h. du matin.
Du 7 au 13, grande sécheresse de l'air ; les deux hygromètres indiquent *zéro* pour la fraction de saturation les 8 et 9, à 1 h. du soir.
Le 16, forte bise pendant tout le jour.
25, brouillard le matin ; neige dans l'après-midi.
26, brouillard pendant tout le jour.
27, brouillard le matin et le soir ; neige.
28, neige à 9 h. du soir.
29, neige à 7 h. du matin.
30, brouillard à 7 h. du matin.
31, neige pendant tout le jour.

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : $-0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

GRAND SAINT-BERNARD — JANVIER 1902

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	69.7	68.3	66.5	68.2	+ 6.8	66.0	70.0	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	1	1	1	1	....	....
2	62.6	61.3	60.9	61.6	+ 0.3	60.5	62.6	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	7	10	10	9	**45.5**	**38**
3	61.5	64.7	68.1	64.8	+ 3.5	61.4	68.5	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	7	0	6	....	....
4	69.2	71.2	69.6	70.0	+ 8.7	69.0	71.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
5	67.7	65.1	65.7	66.2	+ 4.9	65.0	68.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	10	10	7	....	....
6	68.0	68.9	69.1	68.7	+ 7.5	67.5	70.5	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	0	0	1	0	....	....
7	71.5	72.6	74.3	72.8	+ 11.6	71.0	74.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	0	0	0	....	....
8	71.0	71.0	74.1	**74.0**	+ **12.8**	71.0	**74.4**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
9	73.0	72.8	72.4	72.7	+ 11.5	71.8	73.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
10	70.9	70.4	70.0	70.4	+ 9.3	69.0	71.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
11	67.9	67.1	67.0	67.3	+ 6.2	66.5	68.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
12	65.9	65.7	65.5	65.7	+ 4.6	65.5	66.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	1	0	0	0	....	....
13	65.3	64.1	64.7	64.7	+ 3.6	64.0	65.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	2	0	1	....	....
14	65.4	65.0	65.9	65.4	+ 4.4	65.0	66.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	3	0	1	....	....
15	67.8	68.9	71.2	69.3	+ 8.3	67.0	71.2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
16	71.6	70.9	71.0	71.2	+ 10.2	70.9	71.6	NE. 2	NE. 3	NE. 3	NE. 3	3	3	1	2	....	....
17	71.7	72.9	69.5	71.4	+ 10.5	69.0	73.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	3	1	1	....	....
18	67.1	66.3	65.5	66.3	+ 5.4	65.5	68.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
19	65.5	65.9	67.8	66.4	+ 5.5	65.5	68.0	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
20	69.6	69.6	70.2	69.6	+ 8.7	68.9	70.5	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	2	1	....	....
21	71.0	71.4	71.4	71.3	+ 10.5	70.5	71.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	1	3	0	1	....	....
22	70.3	69.0	69.0	69.4	+ 8.6	68.0	70.4	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
23	67.4	66.4	65.8	66.5	+ 5.7	65.5	68.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	1	0	0	....	....
24	64.0	63.6	59.7	62.4	+ 1.7	56.0	64.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	1	1	10	4	....	....
25	53.8	49.5	49.5	**50.9**	- **9.8**	**49.5**	55.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	....	....
26	50.0	53.0	56.8	53.3	- 7.3	50.0	56.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	13.0	19
27	55.6	56.3	56.7	56.2	- 4.4	55.6	56.7	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	11.0	12
28	56.9	55.6	54.3	55.6	- 5.0	54.2	56.9	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	7	10	7	28.1	35
29	55.4	55.6	57.8	56.3	- 4.2	55.0	58.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	7	3	7	13.1	14
30	58.4	57.8	58.0	58.1	- 2.4	57.8	58.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	3	7	7	3.7	5
31	60.0	60.9	67.4	62.8	+ 2.3	59.0	67.5	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	10	10	10	10	15.6	16
Mois	65.12	65.32	65.66	65.47	+ 4.98							2.9	3.3	3.1	3.1	130.0	139

GRAND SAINT-BERNARD — JANVIER 1902

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en °/o					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	+ 0.3	+ 1.5	- 0.9	+ 0.3	+ 8.9	- 2.5	+ 1.7	21	26	27	25	21	43
2	- 5.1	- 2.3	2.3	- 3.2	+ 5.4	5.5	- 1.6	51	56	82	63	31	90
3	3.7	- 3.8	- 4.3	- 3.9	+ 4.8	5.3	- 3.2	82	83	64	76	33	90
4	0.3	+ 1.6	+ 1.3	+ **0.8**	+ **9.5**	3.7	+ 1.7	62	51	34	49	25	65
5	0.9	- 2.1	- 9.7	- 4.2	+ 4.5	11.7	+ 1.6	54	62	91	69	32	92
6	13.5	9.0	8.5	10.3	- 1.5	15.5	- 8.4	89	34	55	59	34	89
7	6.2	- 3.3	4.5	4.7	+ 4.1	8.0	- 1.8	43	21	13	26	11	60
8	3.1	+ 0.5	1.6	1.4	+ 7.4	4.1	+ 1.1	5	0	6	**4**	**0**	7
9	0.9	+ 1.5	3.5	1.0	+ 7.8	4.5	+ **3.5**	6	0	8	5	**0**	12
10	3.3	- 1.6	2.9	2.6	+ 6.3	3.9	+ 0.1	7	11	11	10	6	15
11	3.5	3.8	5.5	4.3	+ 4.6	5.8	- 2.8	13	15	19	16	12	21
12	6.5	5.5	6.6	6.2	+ 2.7	8.5	1.8	17	26	28	24	9	38
13	9.7	8.3	10.1	9.4	- 0.5	10.2	8.0	30	33	91	52	25	98
14	10.9	8.2	11.3	10.1	- 1.2	11.8	7.7	74	59	81	71	55	81
15	13.7	11.1	13.8	12.9	- 3.9	15.0	9.3	100	36	45	60	36	100
16	13.1	- 5.3	- 3.1	7.2	+ 1.8	13.6	- 2.0	45	82	82	70	35	98
17	3.1	+ 0.8	+ 0.9	0.5	+ 8.5	3.5	+ 2.1	58	12	5	25	3	58
18	2.7	0.5	- 2.8	1.7	+ 7.3	4.8	2.3	12	12	23	16	6	27
19	5.3	+ 0.6	7.1	4.0	+ 5.0	8.4	+ 2.1	30	38	61	44	25	70
20	5.8	- 2.4	3.1	3.9	+ 5.1	7.8	- 2.0	41	32	36	36	30	60
21	3.0	- 0.6	1.5	1.7	+ 7.3	4.0	0.0	21	42	57	40	20	58
22	2.7	0.0	3.5	2.1	+ 7.0	5.5	+ 0.6	56	46	65	56	44	70
23	3.8	- 2.5	7.5	4.6	+ 4.5	8.5	- 1.5	28	24	77	43	24	78
24	5.8	7.6	9.7	7.7	+ 1.4	10.3	3.8	45	98	100	81	40	100
25	10.4	8.4	12.9	10.6	- 1.5	13.2	8.0	99	95	92	95	90	99
26	14.6	14.1	15.9	**14.9**	- **5.8**	**16.5**	13.6	90	91	90	90	90	92
27	12.9	7.1	6.9	9.0	+ 0.1	14.9	5.8	91	95	95	94	89	96
28	6.1	4.8	7.9	6.3	+ 2.8	9.3	1.5	95	84	92	90	70	95
29	10.6	7.7	12.5	10.3	- 1.2	12.6	7.2	90	90	87	89	85	92
30	13.3	11.1	11.3	11.9	- 2.8	14.3	10.9	91	92	90	91	89	93
31	- 9.1	- 7.1	- 6.5	- 7.6	+ 1.5	-10.1	- 6.0	93	95	95	94	92	98
Mois	- 6.56	- 4.22	- 6.33	- 5.70	+ 3.34			53	50	58	54		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — JANVIER 1902

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %.**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	68.81	68.93	69.07	68.94	42	34	39	39
2e »	67.72	67.64	67.83	67 73	42	34	48	41
3e »	60.25	59.92	60.58	60.27	73	77	85	78
Mois	65.42	65 32	65.66	65.47	53	50	58	54

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 3.67	— 1.71	— 3.69	— 3.02	— 3.19
2e »	— 7.43	— 4.27	— 6.31	— 6 00	— 6.08
3e »	— 8.39	— 6.45	— 8.74	— 7.86	— 8.08
Mois	— 6.56	— 4.22	— 6.33	— 5.70	— 5.86

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{78}{26} = 3.00$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 55.9 sur 100.

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	92.4	115.1	80.3	67.5	103.0	71.0	64.0

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	40.4	53.9	52.4	29.8	34.5	81.0

Durée totale de l'insolation à Jussy : 50h.4

INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

SUR LA

DISPERSION DES RADIATIONS ULTRA-VIOLETTES

DANS LE

Sel Gemme, la Fluorine, le Quartz et la Calcite

PAR

F.-J. MICHELI

(Avec pl. I.)

I. INTRODUCTION

§ 1. L'influence qu'exerce la température sur les indices de réfraction des corps solides transparents a fait, pour la partie visible du spectre, l'objet de nombreux travaux; elle n'avait au contraire pas encore été étudiée jusqu'ici pour l'ultra-violet. Le présent travail contient le résultat de cette étude faite, pour cette dernière région spectrale, sur des prismes de sel gemme, de fluorine, de quartz et de calcite, grâce à une nouvelle méthode photographique due à M. Martens. Il contient également l'application de la méthode employée à la partie visible du spectre, ainsi que la comparaison des résultats obtenus pour la lumière jaune du sodium avec ceux de précédents observateurs.

[1] Voir F.-F. Martens, *Ann. der Phys.*, 1901, 6, p. 603-640.

II. APPAREILS ET MÉTHODES

§ 2. Toutes les expériences ont été faites avec un spectromètre[1] construit par MM. Schmidt et Haensch à Berlin, permettant des lectures à 10″ près, et dont la lunette est remplacée par une chambre photographique. Les objectifs, qui ont 30 cm. de distance focale, ont été construits pour l'Institut de physique de Berlin par la maison C. Zeiss, à Iéna, et se composent d'une lentille convergente en spathfluor, et d'une lentille divergente en quartz. La position de l'objectif de la chambre

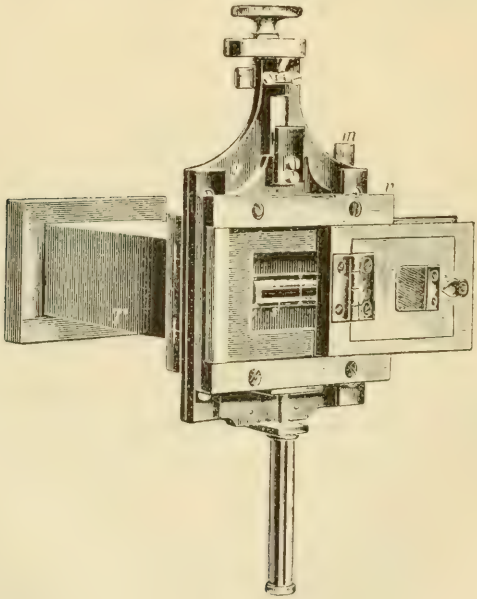


Fig. 1.

photographique est fixe, tandis que l'on peut, au moyen d'un tirage, faire varier celle de l'objectif du collima-

teur, et l'estimer à $^1/_{10}$ de mm. près. Le châssis qui porte la plaque (3 × 4 cm.) entre dans une glissière, qu'on peut, au moyen d'une vis, faire mouvoir de haut en bas, ce qui permet de photographier sur une même plaque plusieurs spectres les uns au-dessous des autres (fig. 1).

§ 3. L'étuve dont je me suis servi, et dont la construction est nouvelle, a été exécutée par la maison Schmidt et Hænsch, à Berlin. La fig. 3, p. 226, en donne une coupe horizontale par le plan QPQ, la fig. 2 une

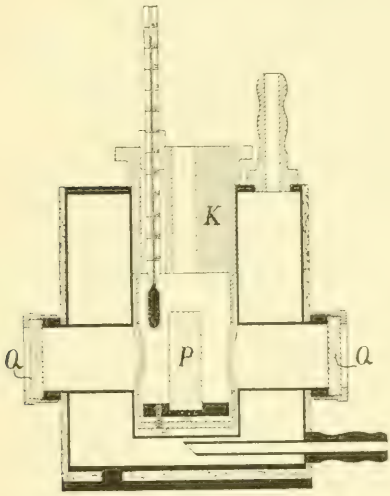


Fig. 2.

coupe verticale par l'axe central. Le prisme P que l'on étudie est cimenté avec du plâtre sur une petite plateforme ronde, portée par trois vis de réglage, et par une rotation convenable du cône K, on peut facilement l'amener dans la position du minimum de la déviation. Les rayons lumineux ou ultra-violets traversent les

deux plaques de quartz plan-parallèles QQ et le prisme P. Ces deux plaques de quartz, taillées perpendiculairement à l'axe, ne sont pas parallèles entre elles, comme, pour plus de clarté, on l'a dessiné sur la fig. 2, mais elles forment un angle A de 36° 44′ (fig. 3). Les deux tubes, fermés par les plaques de quartz, ainsi que l'espace vide central où viennent se placer le cône K et le prisme, sont entourés de toutes parts d'un second espace dont ils sont séparés cependant d'une façon absolument étanche. La température de ce second espace peut être maintenue absolument constante, soit qu'on le remplisse d'eau froide, soit qu'on y fasse circuler de la vapeur d'eau. Au bout de quelques heures, la température du prisme sera constante également; on la mesure au moyen de deux thermomètres qui plongent dans l'espace où se trouve le prisme en traversant le cône K. Les parois extérieures de l'étuve sont entourées d'amiante, et l'étuve toute entière peut se visser sur la plate-forme du spectromètre.

§ 4. On commence par régler l'étuve avec une lame plan-parallèle de façon à ce que l'axe de rotation du cône K soit parallèle à l'axe de rotation du spectromètre, et perpendiculaire à l'axe de la lunette. On place ensuite l'étuve dans une position telle que les rayons venant du collimateur tombent à peu près perpendiculairement sur la première lame de quartz Q (fig. 3). Enfin, par une rotation du cône K, l'on règle la position du prisme de façon à ce qu'elle soit celle du minimum de la déviation pour ceux des rayons qui donnent sur le milieu de la plaque une image de la fente du collimateur. Pour faciliter ce réglage, l'on a tendu en travers du milieu de l'ouverture de la chambre photographique un fil de

cocon que l'on peut viser au moyen d'une loupe (fig. 1). Pour la partie visible du spectre, l'opération ne présente aucune difficulté. Pour effectuer également ce réglage dans l'ultra-violet, on a procédé de la manière suivante :

Les indices de réfraction des substances dont sont formés les prismes que l'on a étudiés étant connus, à température ordinaire, pour toutes les raies spectrales importantes, l'on veut, par exemple, que le prisme soit placé dans une position telle que la raie spectrale dont la longueur d'onde est 231 $\mu\mu$ subisse le minimum de la déviation. Les valeurs des indices permettent de calculer que l'angle de déviation minimum est de 50′ pour la raie 508 $\mu\mu$ du cadmium, tandis qu'il est de 60′ pour la raie 231 $\mu\mu$ du cadmium. Si la position du prisme est telle que la raie 231 $\mu\mu$ soit au minimum de la déviation, la raie 508 $\mu\mu$, comme on le trouve par quelques calculs très simples, sera déviée de 50° 15′. On placera donc premièrement le prisme et la chambre photographique dans des positions telles que la raie 508 $\mu\mu$ soit au minimum, et tombe sur le milieu de la plaque. On fera tourner ensuite la chambre photographique de 15′, puis le prisme, jusqu'à ce que la raie 508 coïncide de nouveau avec le fil de cocon. Enfin on fera tourner encore la chambre noire de 9°45′ : dans ces positions respectives du prisme et de la chambre, la raie 231 $\mu\mu$ subit le minimum de la déviation et tombe sur le milieu de la plaque photographique.

§ 5. Cette mise au point une fois exécuée, l'on n'y change absolument rien pendant toute la durée d'une expérience, c'est-à-dire pendant que l'on photographie à travers le prisme la même région spectrale successivement à la température t_1 et à la température t_2.

Afin d'avoir une température t_1 constante, on remplit d'eau à température ambiante l'espace compris entre les doubles parois de l'étuve (fig. 2). Après un certain temps l'on prend comme température t_1 la moyenne de celle qui est indiquée par les deux thermomètres au dixième de degré qui plongent dans l'étuve. L'on fait alors jaillir pendant un instant l'étincelle d'induction entre deux pointes F (fig. 3) de cadmium ou de tout autre métal et l'on photographie ainsi sur la plaque un spectre projeté par le prisme froid (température t_1).

L'on fait alors circuler de la vapeur d'eau pendant quatre heures consécutives dans l'étuve. La déviation due au prisme est la même, que la vapeur d'eau ait circulé pendant deux heures ou six heures. Après quatre heures, l'on peut donc bien admettre que la température du prisme est la température t_2 indiquée par les thermomètres. L'on fait jaillir pour la seconde fois l'étincelle d'induction, et l'on photographie sur la plaque un spectre projeté par le prisme chaud (température t_2).

En développant la plaque, l'on trouve deux spectres quelque peu déplacés l'un par rapport à l'autre, puisque les indices des prismes ne sont pas les mêmes à 100° qu'à la température de la chambre. Afin de pouvoir reconnaître facilement laquelle des deux images d'une même raie appartient au spectre projeté par le prisme froid et laquelle appartient au spectre projeté par le prisme chaud, l'on avait, entre les deux photographies, fait varier la hauteur de la fente du collimateur. Les raies les plus courtes (0,5 mm.) ont été photographiées à la température t_1, les raies longues (1 mm.) l'ont été à la température t_2. La planche I donne huit

reproductions de ces spectres doubles avec des raies courtes et des raies longues (grossissement 3 fois).

§ 6. Cette méthode photographique présente sur toutes les méthodes subjectives employées pour déterminer les variations des indices de réfraction avec la température comme avantage principal celui d'être applicable telle quelle aux radiations ultra-violettes.

D'après la marche d'une expérience, l'on se rend facilement compte que toutes les raies courtes photographiées sur une même plaque correspondent exactement à la même température t_1 du prisme, toutes les raies longues exactement à la même température t_2. En supposant même qu'il y ait une petite erreur dans l'estimation de t_2 et de t_1, et par conséquent de t_2-t_1, l'on peut dire cependant qu'il est possible de déterminer d'une façon absolument certaine la variation du déplacement Δl des raies spectrales avec la longueur d'onde. Les méthodes subjectives au contraire, qui exigent avec la lunette un pointage successif de chaque raie, ne permettent cette dernière détermination que si les températures t_1 et t_2 se maintiennent absolument constantes.

Il est facile enfin de mesurer à la machine à diviser la petite distance Δl comprise entre une raie courte et une raie longue avec une approximation équivalant à 1″ d'arc environ ; les méthodes subjectives ne permettent une approximation semblable que lorsque l'on dispose d'un spectromètre de la plus haute précision et que l'on a devant soi un temps considérable.

Ce sont ces différents avantages qui m'ont engagé à appliquer également la méthode photographique à la partie visible du spectre.

§ 7. Pour calculer les variations Δn des indices de réfraction, l'on commence par pointer à la machine à diviser toutes les raies qui se trouvent sur un même cliché. Soient λ_1 et λ_2 les longueurs d'onde de deux raies dont les distances comptées à partir de la raie qui sur ce cliché a la plus grande longueur d'onde λ_0, sont l_1 et l_2. Soient de plus n_0, n_1, n_2 les indices du prisme pour λ_0, λ_1, λ_2 à la température t_1. Les valeurs des indices qui ont servi aux calculs, sont celles déterminées par M. Martens.

Si l'angle φ du prisme était petit, les radiations λ_0, λ_1, λ_2 seraient déviées respectivement de

$$\delta_0 = (n_0 - 1)\varphi$$
$$\delta_1 = (n_1 - 1)\varphi$$
$$\delta_2 = (n_2 - 1)\varphi.$$

Si de plus S désigne la distance qui sépare le cliché du second point nodal de l'objectif de la chambre photographique, l'on aurait :

$$l_1 = (\delta_1 - \delta_0)S$$
$$l_2 = (\delta_2 - \delta_0)S\ ;$$

d'où par conséquent :

$$n_1 = n_0 + \frac{l_1}{S\varphi}\ ;$$

$$n_2 = n_0 + \frac{l_2}{S\varphi}.$$

Les prismes dont on s'est servi n'ont cependant pas un angle assez petit pour que l'on puisse confondre arc, sinus et tangente ; on ne pourra donc pas calculer rigoureusement les indices n_1 et n_2 en se servant de la relation ci-dessus. Il est cependant très probable que cette relation donne pour n_1 et n_2 des valeurs exactes, lors-

qu'on y ajoute un terme du second degré et que l'on écrit par conséquent :

$$(1) \qquad \begin{aligned} n_1 &= n_0 + al_1 + bl_1^2 \\ n_2 &= n_0 + al_2 + bl_2^2 \end{aligned}.$$

En calculant a et b au moyen de n_0, n_1, n_2 que l'on connait grâce aux travaux de M. Sarasin et de M. Martens, et de l_1 et l_2 que l'on mesure à la machine à diviser, l'on aura pour une raie dont l'indice n est inconnu, et dont la distance à partir de λ_0 est l :

$$n = n_0 + al + bl_2.$$

Les valeurs des indices calculées avec cette formule concordent exactement avec celles que M. Martens a calculées au moyen de la formule analytique rigoureuse.

La loi, suivant laquelle les indices de réfraction croissent d'un bout à l'autre du cliché étant connue, il est facile de calculer la variation dn de l'indice qui correspond au déplacement Δl de la raie longue par rapport à la raie courte. On aura en effet simplement :

$$dn = a\Delta l + 2bl\Delta l;$$

et la variation de l'indice par degré centigrade d'élévation de température sera :

$$(2) \qquad \Delta n = \frac{a\Delta l + 2bl\Delta l}{t_2 - t_1}.$$

Cette variation a lieu lorsque le prisme a la température moyenne :

$$(3) \qquad t_m = \frac{t_1 + t_2}{2}.$$

§ 8. Pour connaître le vrai déplacement Δl d'une raie, il faut corriger quelque peu le déplacement dl

mesuré avec la machine à diviser. Celle des lames de quartz Q de l'étuve qui est tournée du côté du collimateur, est dans une position telle que les rayons qui arrivent de ce dernier la traversent normalement ; elle ne leur fera donc en aucun cas subir de déviation.

Après avoir pénétré dans l'étuve, les rayons seront déviés, par leur passage au travers du prisme d'un angle δ, puis ils tomberont sur la seconde lame de quartz Q' sous un angle d'incidence i égal à A-δ (fig. 3).

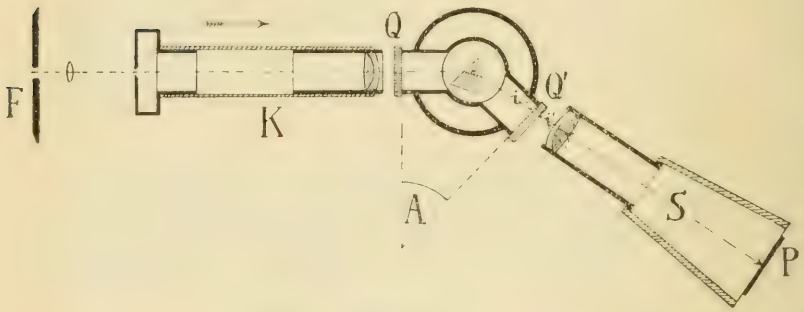


Fig. 3.

Si i' désigne l'angle sous lequel les rayons sortent de cette seconde lame de quartz, l'on aura $i' = i$, lorsque la température de l'air est la même des deux côtés de la lame. Mais si l'air qui est enfermé dans l'étuve est à la température t_2 et si son indice de réfraction est μ_2, tandis que l'air extérieur est à la température t_1 et a μ_1 comme indice, l'on n'aura plus

$$i' = i, \quad \text{mais} \quad \mu_1 i' = \mu_2 i,$$

et les rayons, par leur passage à travers Q' sont déviés d'un angle

$$i - i' = i \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1} = (A - \delta) \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1}.$$

μ_1-1 étant petit, l'on peut au dénominateur poser $\mu_1=1$, et l'on aura pour la correction cherchée (voir fig. 3) :

$$(4) \qquad \Delta l - dl = \pm (\mu_2 - \mu_1)(A - \delta)S.$$

Cette correction sera suivant les cas à ajouter ou à retrancher au déplacement dl mesuré à la machine à diviser ; on connaîtra alors le vrai déplacement Δl qui servira d'après (2) à calculer la variation Δn de l'indice de réfraction.

La méthode employée pour déterminer S est celle qu'a donnée M. Martens. Nous verrons dans le paragraphe suivant comment l'on détermine μ_2-μ_1.

§ 9. D'après ce que nous venons d'exposer, l'on voit que la variation Δn de l'indice de réfraction, mesurée comme nous l'avons indiqué a lieu lorsque le prisme et l'air ambiant ont la même température. Il est utile de connaître Δn lorsqu'il s'agit, par exemple, de comparer des indices de réfraction déterminés par différents observateurs à des températures différentes, ou encore lorsqu'on veut calculer la distance focale d'un objectif, pour différentes températures.

L'on désigne Δn comme « variation de l'indice relatif », ou comme « variation de l'indice dans l'air chaud ».

Cependant, au point de vue de la théorie de la dispersion, il est moins important de connaître Δn que la variation ΔN de l'indice de réfraction absolu N ; cette variation ΔN ne dépend en aucune façon des variations que subit l'indice de l'air, et est une propriété exclusive de la substance dont le prisme est formé.

L'indice absolu de la substance, mesuré par rapport au vide, a, pour les températures t_1 et t_2 les valeurs :

$$N_1 = \mu_1 n_1, \quad N_2 = \mu_2 n_2,$$

en désignant par n_1, n_2 l'indice relatif de la substance aux températures t_1 et t_2. L'on aura par conséquent :

$$\Delta N = \frac{N_2 - N_1}{t_2 - t_1} = \frac{\mu_2 n_2 - \mu_1 n_1}{t_2 - t_1},$$

ce qu'on peut écrire :

$$\Delta N = \mu_2 \frac{(n_2 - n_1)}{t_2 - t_1} + n_1 \frac{(\mu_2 - \mu_1)}{t_2 - t_1}.$$

Dans cette formule, $\frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1}$ n'est pas autre chose que la variation Δn de l'indice relatif; il n'est guère possible de la déterminer avec une approximation supérieure à 2 ou 3 dixièmes pour cent; comme, de plus, μ_2 a approximativement la valeur 1,0003, l'on peut écrire sans erreur appréciable :

$$(5) \qquad \Delta N = \Delta n + n_1 \frac{\mu_2 - \mu_1}{t_2 - t_1}.$$

La variation de l'indice de réfraction du prisme lorsqu'il se trouve dans l'air froid, aura — en considérant que l'on peut poser $\mu_1 = 1$ — la valeur suivante :

$$\frac{N_2}{\mu_1} - \frac{N_1}{\mu_1} = \frac{\Delta N}{\mu_1} = \Delta N.$$

L'on voit, par cette considération, que les deux définitions de ΔN comme « variation de l'indice par rapport au vide » ou « par rapport à l'air froid » conduisent à des valeurs qui, en pratique, sont égales.

Pour calculer le terme $\mu_2 - \mu_1$, qui se trouve en facteur dans les formules (4) et (5), l'on procède de la manière suivante : Soit μ_0 l'indice de réfraction de l'air à 0° et sous une pression de 760 mm., pour la longueur d'onde λ pour laquelle on veut déterminer ΔN ;

soit de plus d_0 la densité de l'air dans les mêmes conditions; la constance du pouvoir réfringent, applicable au cas des gaz nous donnera la relation :

$$\frac{\mu_1 - 1}{d_1} = \frac{\mu_0 - 1}{d_0};$$

c'est-à-dire :

$$\mu_1 = 1 - (\mu_0 - 1)\frac{d_1}{d_0}.$$

Mais l'on a, en désignant par h la pression barométrique, que l'on peut pratiquement regarder comme constante pendant toute la durée d'une expérience, la relation :

$$\frac{d_1}{d_0} = \frac{h}{760} \cdot \frac{1}{(1 + at_1)},$$

ce qui donne pour μ_1 l'expression :

$$\mu_1 = 1 + (\mu_0 - 1)\frac{h}{760} \cdot \frac{1}{1 + at_1};$$

et d'une manière analogue pour μ_2 :

$$\mu_2 = 1 + (\mu_0 - 1)\frac{h}{760} \cdot \frac{1}{1 + \alpha t_2};$$

on tire de ces deux dernières relations :

$$\mu_2 - \mu_1 = -(\mu_0 - 1)\frac{h}{760} \cdot \frac{\alpha(t_2 - t_1)}{(1 + \alpha t_1)(1 + \alpha t_2)}.$$

Comme il suffit de connaître μ_2-μ_1 avec une approximation de deux ou trois pour cent, l'on peut, dans cette expression, négliger au dénominateur le terme $\alpha^2 t_1 t_2$ par rapport à 1 (sa valeur n'est en effet que de 0,024) et écrire en tenant compte de (3) :

$$(6) \quad \frac{\mu_2 - \mu_1}{t_2 - t_1} = \Delta\mu = -(\mu_0 - 1)\frac{h}{760} \cdot \frac{\alpha}{(1 + 2\alpha t_m)}.$$

Pour toutes les longueurs d'onde de la partie visible du spectre, l'on peut poser sans erreur appréciable $\mu_0 = 1,000294$, et l'on peut faire usage de la tabelle donnant $\Delta\mu$ en fonction de h et de t calculée par M. Reed[1]. Cette approximation n'étant plus suffisante pour l'ultraviolet, il a fallu calculer μ_0 pour chacune des longueurs d'onde pour lesquelles l'on avait effectué des mesures, et cela par la formule de dispersion de l'air due à MM. Kayser et Runge[2] :

$$(7) \quad 10^7(\mu_0 - 1) = 2878,7 + 13,16\,\lambda^{-2} + 0,316\,\lambda^{-4}.$$

Pour calculer ΔN, l'on appliquera successivement les formules (1), (3), (7), (6), (4), (2), (5).

§ 10. Pour photographier la région ultra-violette et la région bleue du spectre, j'ai employé des plaques dites « Kupferdruckplatten » et fabriquées par la maison Gebhardt, à Berlin. Ces plaques, comme d'ailleurs toutes les plaques sèches ordinaires, sont presque complètement insensibles pour le rouge et le jaune. J'ai cependant pu photographier ces deux dernières régions spectrales grâce à l'obligeance de M. le Prof. A. Miethe à Charlottenbourg, qui m'a remis quelques-unes des plaques sensibilisées pour le rouge, qu'il prépare lui-même. Je tiens à lui en exprimer ici toute ma reconnaissance.

§ 11. Les différentes raies spectrales pour lesquelles l'on a mesuré les variations des indices Δn et ΔN, sont réunies dans le tableau suivant. Les métaux employés comme pôles de l'étincelle d'induction sont principalement le cadmium, puis le zinc, l'or et l'aluminium.

[1] J.-O. Reed, *Wied Ann.*, 1898, 65, p. 705.
[2] H. Kayser et C. Runge, *Wied. Ann.*, 1893, 50, p. 311.

Pour photographier la raie jaune du sodium, l'on a simplement éclairé la fente du collimateur pendant dix minutes environ avec un bec Bunsen et du sel marin.

TABLEAU I

N°	Elément	AIR $10^7\left(\mu_{20^\circ}^{760} - 1\right)$	λ en $\mu\mu$ par rapport à l'air	λ en $\mu\mu$ par rapport au vide
1	Al	3287,6	185,409	185,470
2	Al	3280,2	186,220	186,281
3	Al	3219,0	193,529	193,591
4	Au	3187,9	197,76	197,82
5	Al	3179,2	198,990	199,053
6	Au	3171,8	200,09	200,15
7	Zn	3155,7	202,544	202,608
8	Au	3143,5	204,470	204,534
9	Zn	3133,1	206,197	206,261
10	Au	3121,3	208,216	208,281
11	Zn	3111,2	210,012	210,077
12	Au	3105,4	211,078	211,143
13	Cd	3087,7	214,45	214,52
14	Cd	3063,3	219,46	219,54
15	Cd	3043,1	224,00	224,07
16	Cd	3032,2	226,51	226,58
17	Cd	3023,4	228,81	228,88
18	Cd	3013,9	231,29	231,36
19	Cd	2934,1	257,317	257,392
20	Cd	2895,7	274,871	274,951
21	Cd	2872,2	288,11	288,19
22	Cd	2858,4	298,11	298,20
23	Cd	2837,3	313,3	313,4
24	Cd	2823,8	325,5	325,6
25	Cd	2809,6	340,358	340,454
26	Cd	2793,5	361,19	361,29
27	Cd	2752,5	441,587	441,71
28	Cd	2744,0	467,83	467,96
29	Cd	2740,6	480,005	480,14
30	Cd	2733,6	508,60	508,74
31	Na	2719,6	589,315	589,475
32	Cd	2713,1	643,87	644,04

Le tableau contient aussi les indices de l'air pour ces

mêmes longueurs d'onde, calculées d'après la formule (7) et ramenés à la température de 20°. La formule (7) a également servi pour calculer les indices de l'air entre 231 $\mu\mu$ et 185 $\mu\mu$, quoique les mesures de MM. Kayser et Runge s'arrêtant à $\lambda = 236$ $\mu\mu$, l'exactitude de leur formule n'ait pas été contrôlée pour des longueurs d'onde plus petites.

III. RÉSULTATS

§ 12. Pour chacune des substances dont nous allons parler, il a été fait en général deux épreuves de la même région spectrale : Sur une première plaque on photographiait un premier spectre, le prisme ayant la température t_1 (raies courtes) puis on chauffait et l'on photographiait une seconde fois lorsque le prisme avait atteint la température t_2 (raies longues). On changeait alors la plaque et l'on photographiait d'abord à t_2 puis à t_1 lorsque le prisme s'était refroidi.

De plus, la dispersion des prismes employés étant trop grande pour que l'on puisse photographier sur une même plaque depuis le rouge jusqu'à l'extrême ultraviolet, il a fallu faire plusieurs plaques consécutives pour avoir le spectre complet, en tournant successivement la chambre noire de 4° à 5° chaque fois.

§ 13. *Sel Gemme*. Les faces du prisme ont été polies plusieurs fois pendant le cours des expériences par Schmidt et Hænsch à Berlin. Angle moyen $\varphi = 39°33'$. Dimensions des faces : 38 mm. de hauteur sur 20 de largeur. Clichés n° 16, 40, 42, 44, 45, 46. Fig. 3 de la planche.

Le tableau 2 contient les données complètes des résultats obtenus sur le sel gemme. Les longueurs l qui ont servi à calculer les coefficients a et b de la for-

mule (1) sont imprimés en chiffres gras. Les Δl désignent les déplacements de la raie longue par rapport à la raie courte corrigés d'après la formule (4).

TABLEAU II. — SEL GEMME.

	λ	l en mm.	Δl en mm.	Δn	ΔN
Cliché N° 40	202	**22.074**	+ 0.593	+ 3.134	+ 2.987
	206	18.060	+ 0.418	+ 2.229	+ 2.085
$a = 0{,}0041672$	210	14.383	+ 0.292	+ 1.570	+ 1.428
$b = -0{,}0000044885$	214	**10.635**	+ 0.157	+ 0.851	+ 0.712
$t_2 - t_1 = 75{,}1°$	219	6.948	+ 0.046	+ 0.251	+ 0.113
$t_m = 62{,}2°$	224	4.031	— 0.030	— 0.165	— 0.302
$h = 761{,}5$ mm.	226	2.551	— 0.065	— 0.359	— 0.493
	228	1.287	— 0.103	— 0.570	— 0.704
	231	**0**	— 0.139	— 0.771	— 0.904
Cliché N° 42	219	**22.041**	+ 0.042	+ 0.219	+ 0.081
	224	19.064	— 0.039	— 0.208	— 0.345
$a = 0{,}0041831$	226	17.545	— 0.077	— 0.404	— 0.538
$b = -0{,}0000040731$	228	16.254	— 0.119	— 0.626	— 0.760
$t_2 - t_1 = 76{,}9°$	231	**14.921**	— 0.141	— 0.743	— 0.876
$t_m = 61.9°$	257	4.599	— 0.356	— 1.919	— 2.045
$h = 761{,}5$ mm.	274	**0**	— 0.430	— 2.340	— 2.463
Cliché N° 46	257	**21.457**	— 0.363	— 2.010	— 2.136
	274	**16.843**	— 0.436	— 2.450	— 2.573
$a = 0{,}0042949$	288	14.131	— 0.464	— 2.602	— 2.724
$b = -0{,}0000035823$	298	12.403	— 0.489	— 2.750	— 2.870
$t_2 - t_1 = 74{,}8°$	313	10.172	— 0.507	— 2.862	— 2.981
$t_m = 61.2°$	325	8.738	— 0.539	— 3.050	— 3.168
$h = 757$ mm.	340	7.115	— 0.541	— 3.070	— 3.186
	361	5.328	— 0.562	— 3.201	— 3.316
	441	0.916	— 0.599	— 3.435	— 3.547
	467	**0**	— 0.600	— 3.446	— 3.548
Cliché N° 16	257	**21.753**	— 0.381	— 2.008	— 2.135
	274	**17.064**	— 0.449	— 2.397	— 2.521
$a = 0{,}0042569$	298	12.563	— 0.502	— 2.705	— 2.826
$b = -0{,}0000044753$	325	8.830	— 0.538	— 2.923	— 3.042
$t_2 - t_1 = 76{,}9°$	340	7.208	— 0.561	— 3.059	— 3.176
$t_m = 61{,}8°$	361	5.387	— 0.578	— 3.163	— 3.278
$h = 767$ mm.	441	0.927	— 0.621	— 3.431	— 3.544
	467	**0**	— 0.626	— 3.465	— 3.578

TABLEAU II (Suite)

	λ	l en mm.	Δl en mm.	Δn	ΔN
Cliché Miethe N° 44	340	**9.830**	— 0.552	— 3.091	— 3.207
	361	8.027	— 0.575	— 3.229	— 3.345
$a = 0{,}0042935$	441	**3.590**	— 0.605	— 3.430	— 3.542
$b = -0{,}0000033655$	467	2.670	— 0.611	— 3.460	— 3.572
$t_2 - t_1 = 75{,}5°$	480	2.296	— 0.612	— 3.467	— 3.578
$t_m = 62{,}1°$	508	1.538	— 0.622	— 3.521	— 3.632
$h = 758$ mm.	589	**0**	— 0.637	— 3.622	— 3.733
Cliché Miethe N° 45	340	**10.542**	— 0.556	— 3.051	— 3.167
	361	8.739	— 0.578	— 3.182	— 3.297
$a = 0{,}0043002$	441	**4.301**	— 0.611	— 3.405	— 3.517
$b = 0{,}0000035251$	467	3.379	— 0.617	— 3.444	— 3.556
$t_2 - t_1 = 76{,}6°$	480	3.009	— 0.621	— 3.469	— 3.580
$t_m = 61{,}7°$	508	2.245	— 0.628	— 3.513	— 3.624
$h = 758$ mm.	643	**0**	— 0.651	— 3.636	— 3.747

Les variations de l'indice relatif Δn, et celles de l'indice absolu ΔN sont exprimées en unités de la cinquième décimale. Le tableau 3 donne les valeurs moyennes des variations pour le sel gemme.

TABLEAU III. — SEL GEMME $t_m = 61{,}8°$

λ	Δn	ΔN	λ	Δn	ΔN
202	+ 3.134	+ 2.987	298	— 2.727	— 2.848
206	+ 2.229	+ 2.085	313	— 2.862	— 2.981
210	+ 1.570	+ 1.428	325	— 2.987	— 3.105
214	+ 0.851	+ 0.712	340	— 3.068	— 3.184
219	+ 0.235	+ 0.097	361	— 3.194	— 3.309
224	— 0.187	— 0.324	441	— 3.425	— 3.537
226	— 0.382	— 0.516	467	— 3.454	— 3.566
228	— 0.598	— 0.732	480	— 3.468	— 3.579
231	— 0.757	— 0.890	508	— 3.517	— 3.628
257	— 1.979	— 2.105	589	— 3.622	— 3.733
274	— 2.396	— 2.493	643	— 3.636	— 3.747
288	— 2.602	— 2.724			

Dans la fig. 4, l'on a porté en ordonnées les valeurs des variations absolues ΔN et en abscisses les longueurs d'onde λ, pour toutes les substances étudiées. La manière dont se comporte le sel gemme est la plus intéressante : cette substance en effet présente pour la longueur d'onde la plus petite qu'on ait pu étudier, une variation positive de l'indice de réfraction, qui, en valeur absolue, est presque aussi grande que la variation

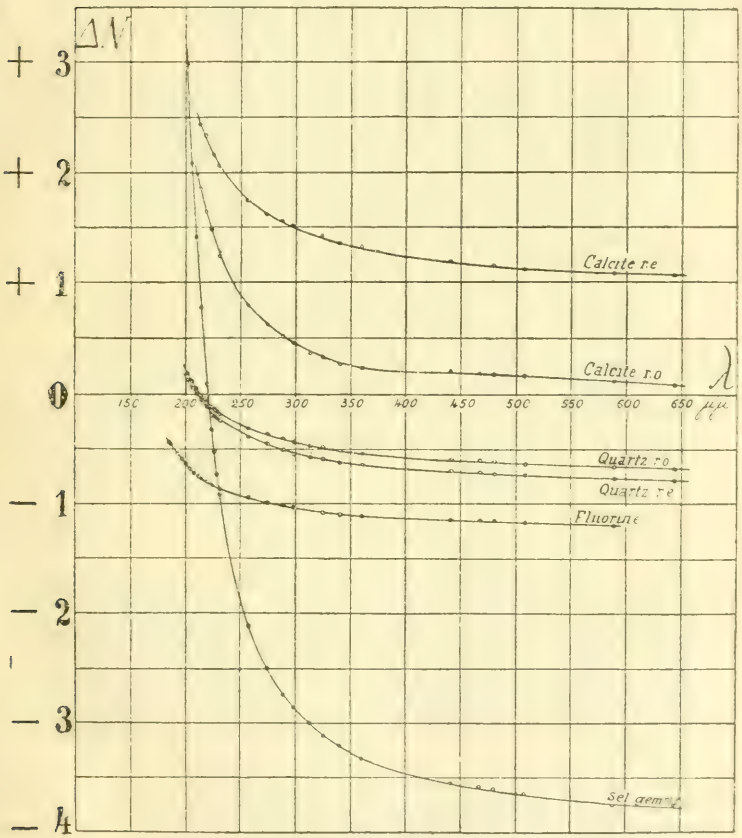


Fig. 4.

négative des indices des régions rouge et jaune du spectre.

M. Martens a pu photographier à travers le même prisme de sel gemme les raies 185 et 186 $\mu\mu$ de l'aluminium. La forme de la courbe de la fig. 4 fait supposer que la variation ΔN aurait atteint pour ces deux dernières raies une valeur égale à $+ 15$ unités de la cinquième décimale environ. Je n'ai malheureusement pas réussi à photographier plus loin que 202 $\mu\mu$[1], bien que M. Schumann ait eu la grande obligeance de m'envoyer deux des plaques qu'il prépare lui-même, et dont la sensibilité est très grande pour les radiations les plus réfrangibles de l'ultra-violet[2]. Je ne tiens pas moins à adresser ici tous mes remerciements à M. Schumann.

Le tableau 4 contient les données des différents observateurs pour la lumière jaune du sodium.

TABLEAU IV.

ΔN pour le sel gemme et la raie du sodium.

Baille[3]	Stefan[4] $t_m = 56{,}5°$	Lagerborg[5] $t_m = 60°$	Pulfrich[6] $t_m = 58{,}8°$	Micheli $t_m = 61{,}8°$
— 3.72	— 3.73	— 3.53	— 3.739	— 3.733

[1] Cet échec est dû probablement au fait que, vu la petitesse de l'espace destiné au prisme dans l'étuve, il n'a pas été possible de placer ce dernier dans une position telle que ce soit l'arrête seule qui réfracte les rayons incidents, car le sel gemme absorbe considérablement les radiations ultra-violettes les plus réfrangibles en question.

[2] V. Schumann. *Ann. der Phys.*, 1901, 5. p. 349.

[3] J. Baille. *Ann. du Conserv. des A. et M.*, 1867, 7. p. 275.

[4] J. Stefan. *Wien. Ber.* (II), 1871, 63, p. 239.

[5] N. Lagerborg. *Bih. till. Sv. Vet. Akad. Handl.*, 1887, 13.

[6] G. Pulfrich. *Wied Ann.*, 1892, 45. p. 635.

Ces résultats concordent entre eux d'une façon fort satisfaisante, à l'exception de celui donné par M. Lagerborg.

§ 14. *Fluorine.* Le prisme qui m'a servi est la propriété de M. Ed. Sarasin[1], à Genève, que je tiens à remercier ici pour l'amabilité avec laquelle il l'a mis à ma disposition. Angle du prisme $\varphi = 59^\circ\ 55'\ 23''$. Dimensions des faces 38 mm. sur 23 mm. Clichés n° 22, 25, 48, 51. Fig. 1 et 2 de la planche.

TABLEAU V. — FLUORINE $t_m = 61,25^\circ$

λ	Δn	ΔN	λ	Δn	ΔN
185	— 0.296	— 0.427	231	— 0.732	— 0.849
186	— 0.313	— 0.443	257	— 0.811	— 0.924
193	— 0.402	— 0.530	274	— 0.855	— 0.966
197	— 0.451	— 0.578	288	— 0.884	— 0.990
198	— 0.464	— 0.589	298	— 0.904	— 1.013
200	— 0.493	— 0.618	325	— 0.948	— 1.056
204	— 0.538	— 0.662	340	— 0.964	— 1.070
208	— 0.582	— 0.705	361	— 0.979	— 1.085
211	— 0.601	— 0.727	441	— 1.028	— 1.132
214	— 0.637	— 0.758	480	— 1.035	— 1.139
219	— 0.655	— 0.775	508	— 1.056	— 1.160
224	— 0.696	— 0.815	589	— 1.089	— 1.193

La manière dont ΔN varie avec la longueur d'onde est facile à voir sur la fig. 4, La marche de la courbe fait prévoir que la valeur de ΔN doit passer par 0 pour λ égale à 170 $\mu\mu$ environ.

Le tableau 6 permet de comparer les résultats des différents observateurs.

[1] C'est ce même prisme qui avait servi à M. Sarasin pour déterminer les indices de réfraction ultra-violets de la fluorine. Ed. Sarasin, *Archives des sc. phys. et nat.* Genève, 1883 (3) **10**, p. 303.

TABLEAU VI. — FLUORINE. ΔN. *Lumière jaune.*

FIZEAU [1] $t_m = 38{,}5°$	BAILLE [2] $t_m = 56{,}5°$	STEFAN [2] $t_m = 57{,}5°$	DUFET [2] $t_m = 27°$	PULFRICH [3] $t_m = 60{,}5°$
— 1.11	— 1.116	— 1.24	— 1.34	— 1.206

REED [4] $t_m = 58{,}5°$	MICHELI $t_m = 61{,}25°$
— 1.196	— 1.193

§ 15. *Quartz.* Le prisme étudié appartient à M. Martens. Il est de quartz levogyre, et sa taille est telle que

TABLEAU VII. — QUARTZ, $t_m = 61{,}4°$

λ	Rayon ordinaire Δn	Rayon ordinaire ΔN	Rayon extraordinaire Δn	Rayon extraordinaire ΔN
202	+ 0.321	+ 0.184	+ 0.267	+ 0.129
206	+ 0.253	+ 0.119	+ 0.198	+ 0.063
210	+ 0.193	+ 0.059	+ 0.143	+ 0.008
214	+ 0.124	— 0.007	+ 0.083	— 0.049
219	+ 0.074	— 0.057	+ 0.027	— 0.105
224	+ 0.017	— 0.113	— 0.048	— 0.179
226	— 0.008	0.136	— 0.075	— 0.204
228	— 0.027	— 0.155	— 0.093	— 0.222
231	— 0.052	— 0.180	— 0.112	— 0.241
257	— 0.186	— 0.309	— 0 265	— 0.389
274	— 0.235	— 0.355	— 0.343	— 0.464
288	— 0.279	— 0.399	— 0.385	— 0.506
298	— 0.311	— 0.429	— 0.415	— 0.534
313	— 0.348	— 0.465	— 0.450	— 0.568
325	— 0.352	— 0.469	— 0.469	— 0.587
340	— 0.393	— 0.508	— 0.501	— 0.617
361	— 0.418	— 0.532	— 0.525	— 0.640
441	— 0.475	— 0.587	— 0.593	— 0.705
467	— 0.485	— 0.596	— 0.601	— 0.715
480	— 0.499	— 0.610	— 0.610	— 0.722
508	— 0.514	— 0.625	— 0.616	— 0.729
589	— 0.539	— 0.650	— 0.642	— 0.754
643	— 0.549	— 0.660	— 0.653	— 0.764

[1] H. Fizeau. *Ann. de Chim. et Phys.*, 3, 1862, 66, p. 455.
[2] Baille, Stefan, Pulfrich, l. c.
[3] H. Dufet. *Bull. Soc. minér.*, 1885, 8, p. 259, .
[4] J.-O. Reed. *Wied. Ann.*, 1898, 65, p. 705.

l'axe optique est parallèle à l'arrête. Angle $\varphi = 59^\circ 56' 7''$. Dimensions des faces 30 mm. sur 30 mm. Clichés n° 56, 57, 58*a*, 59, 60. Fig. 7 et 8 de la planche.

La double réfraction du quartz étant faible, les deux spectres provenant l'un du rayon ordinaire, l'autre du rayon extraordinaire chevaucheraient en grande partie l'un sur l'autre sur la plaque photographique. Pour les séparer, l'on a placé un petit prisme de Wollaston en quartz devant l'objectif de la chambre noire.

Les courbes de la fig. 4 montrent que pour les deux rayons du quartz la valeur de ΔN devient nulle entre 210 et 214 $\mu\mu$.

Les résultats obtenus par différents observateurs sont réunis dans le tableau suivant :

TABLEAU VIII. — QUARTZ. ΔN. *Lumière jaune.*

	Fizeau $t_m = 30^\circ$	Dufet $t_m = 60^\circ$	Müller[1] $t_m = 7^\circ$	Pulfrich $t_m = 59{,}6^\circ$
ΔN. R.O.	— 0.606	— 0.628	— 0.589	— 0.638
ΔN. R.E.	— 0.694	— 0.746	—	— 0.754

	Reed $t_m = 61{,}2^\circ$	Micheli $t_m = 61{,}4^\circ$
ΔN. R.O.	0.615	— 0.650
ΔN. R.E.	— 0.766	— 0.754

[1] G. Müller. *Publ. d. astrophys. Obs. Potsdam*, 1885, 4, p. 151.

§ 16. *Calcite.* Le prisme étudié appartenait également à M. Martens. Angle $\varphi = 49^\circ\ 58'\ 31.2''$. Axe optique parallèle à l'arrête. Dimensions des faces : 22 sur 25 mm. Clichés n° 32, 33, 34, 34*a*, 35, 36, 37, 38 (Δn R.O.); 29, 30, 30*a*, 31 (Δn R.E.). Fig. 4, 5, 6 de la planche. La double réfraction de la calcite est assez considérable pour que les plus grands indices du spectre ultra-violet du rayon extraordinaire n'atteignent pas la valeur des plus petits indices de la région rouge du spectre du rayon ordinaire. On peut donc photographier directement les deux spectres dus aux deux rayons.

TABLEAU IX. — CALCITE, $t_m = 61,5^\circ$

λ	Rayon ordinaire		Rayon extraordinaire	
	Δn	ΔN	Δn	ΔN
211	+ 2.150	+ 1.999	—	—
214	+ 2.025	+ 1.876	+ 2.599	+ 2.434
219	+ 1.814	+ 1.666	+ 2.474	+ 2.350
224	+ 1.643	+ 1.496	—	—
226	—	—	+ 2.290	+ 2.168
231	+ 1.397	+ 1.253	+ 2.198	+ 2.076
257	+ 0.950	+ 0.814	+ 1.876	+ 1.759
274	+ 0.772	+ 0.637	+ 1.748	+ 1.634
288	+ 0.670	+ 0.539	+ 1.688	+ 1.574
298	+ 0.604	+ 0.474	+ 1.641	+ 1.529
313	+ 0.510	+ 0.381	—	—
325	+ 0.469	+ 0.341	+ 1.548	+ 1.436
340	+ 0.397	+ 0.271	+ 1.475	+ 1.365
361	+ 0.360	+ 0.235	+ 1.449	+ 1.340
441	+ 0 325	+ 0.205	+ 1.318	+ 1.211
467	+ 0.319	+ 0.199	—	—
480	+ 0.305	+ 0.184	+ 1.287	+ 1.180
508	+ 0.287	+ 0.167	+ 1.234	+ 1.127
589	+ 0.240	+ 0.121	+ 1.213	+ 1.106
643	+ 0.208	+ 0.089	+ 1.185	+ 1.079

Le tableau X permet de comparer les résultats des différents auteurs :

TABLEAU X. — CALCITE. ΔN. *Lumière jaune.*

	Fizeau $t_m = 40^0$	Vogel [1] $t_m = 59,5$	Offret [2] $t_m = 50^0$	Müller $t_m = 5,7^0$
ΔN. R.O.	+ 0.072	+ 0.089	0.040	+ 0.072
ΔN. R.E.	+ 1.103	+ 1.024	+ 1.060	—

	Reed $t_m = 57,1^0$	Michelli $t_m = 61,5^0$
ΔN. R.O.	+ 0.078	+ 0.121
ΔN. R.E.	+ 1.094	+ 1.106

Les deux rayons de la calcite présentent cette particularité que dans la partie visible du spectre déjà, les indices de réfraction croissent lorsque la température s'élève. Cette augmentation positive devient de plus en plus grande à mesure que l'on avance dans l'ultra-violet (voir fig. 4).

IV. CONCLUSIONS

§ 17. La manière dont ΔN varie avec la longueur d'onde est la même pour les quatre substances étudiées dans ce travail, ce dont on se rend facilement compte en jetant un coup d'œil sur la fig. 4. Elle est caractéristique et signifie, au sens algébrique, un accroissement toujours plus rapide de ΔN à mesure que la lon-

[1] F. Vogel. *Wied. Ann.*, 1885, 25, p. 87.
[2] Offret. *Bull. Soc. min. franç.*, 10, p. 495.

gueur d'onde diminue. Cet accroissement a lieu dans tous les cas, soit que ΔN soit positif dans la partie visible du spectre (calcite), soit que ΔN y soit négatif (fluorine, sel gemme, quartz); dans ce derniers cas, la valeur de ΔN est nulle pour une certaine longueur d'onde. Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer ici qu'en cherchant à calculer les valeurs de ΔN pour l'ultra-violet par extrapolation des valeurs de ΔN dans le spectre visible, on arriverait à des résultats absolument faux.

Les anciennes théories qui veulent expliquer la variation des indices de réfraction avec la température par une variation de la densité seule, seraient complètement en défaut lorsqu'on voudrait les faire cadrer avec les expériences dont nous venons de rendre compte. MM. C. Pulfrich[1] et J. Kœnigsberger[2] ont montré que la variation ΔN dépend de deux facteurs, qui sont tous deux des fonctions de la longueur d'onde; l'on peut ainsi expliquer d'une manière qualitative comment ΔN doit varier avec λ.

En se basant sur des considérations semblables, et en faisant deux hypothèses, l'on peut déduire une relation quantitative entre ΔN et λ. Ces deux hypothèses sont :

1. La bande d'absorption élective de l'ultra-violet se déplace, lorsque la température s'élève, du côté des longueurs d'onde plus grandes.

2. La constante diélectrique des ions dont les oscillations propres ont une longueur d'onde située dans l'ultra-violet, et y occasionnent le phénomène de la

[1] C. Pulfrich. *Wied. Ann.*, 1892, 45, p. 535.

[2] J. Kœnigsberger. *Ann. der Phys.*, 1891, 4, p. 796.

dispersion anormale, diminue lorsque la température s'élève.

Dans un travail qui paraîtra prochainement, l'on comparera les résultats de cette nouvelle théorie à ceux des expériences relatées ci-dessus.

En terminant, je tiens à remercier M. le Prof. Warburg qui, avec une grande amabilité, a mis des appareils de valeur à ma disposition, ainsi que mon collègue, M. le Dr Martens qui a suivi mon travail avec le plus grand intérêt, et dont les conseils m'ont été fort utiles.

Berlin, Institut de Physique, semestre d'été 1901.

SUR LES
OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES
D'ORDRE SUPÉRIEUR

PAR

Marcel LAMOTTE

INTRODUCTION

En étudiant les ondes électriques stationnaires qui se produisent dans un circuit formé de deux fils parallèles, on observe, toutes les expériences sont d'accord sur ce point, plusieurs systèmes d'ondes stationnaires, correspondant à des longueurs d'onde décroissant à partir de la longueur d'onde fondamentale.

Cette existence à côté de la vibration fondamentale d'autres vibrations de période plus courte, est générale dans les mouvements vibratoires ; elle se traduit dans les équations par l'apparition des fonctions trigonométriques inverses dont les déterminations sont en nombre infini.

L'exemple le mieux connu de ces vibrations multi-

ples nous est fourni par les vibrations sonores. On appelle, dans ce cas, ces vibrations sons supérieurs, parce que leur *hauteur* est plus grande que celle du son fondamental.

Pour ne rien préjuger de la nature des oscillations électriques qui accompagnent l'oscillation fondamentale, nous leur étendrons cette dénomination et nous les appellerons aussi oscillations d'ordre supérieur.

L'existence de ces oscillations d'ordre supérieur avait été prévue par Kirchhoff dans son mémoire si remarquable sur la propagation d'une perturbation électrique dans un conducteur. Mais, à cette époque, les méthodes expérimentales étaient encore trop imparfaites pour permettre de contrôler les résultats du calcul. Il était réservé au génie de Hertz de trouver la voie qui devait conduire à cette vérification et de la réaliser lui-même au moins en ce qui concerne les oscillations fondamentales. Il ne semble pas que Hertz ait jeté son attention sur les oscillations supérieures, à la production desquelles ses dispositifs n'étaient pas favorables d'ailleurs.

En répétant les expériences de Hertz dans des conditions variées dans une série de recherches remarquables, MM. Sarasin et de la Rive découvrirent le phénomène auquel ils ont donné le nom de résonance multiple. Ils trouvèrent que la longueur d'onde observée variait d'une manière continue avec les dimensions du résonateur.

Ce phénomène ne doit pas être confondu avec celui des oscillations supérieures. Les périodes de ces oscillations varient en effet d'une manière discontinue, mais

autour de chacune d'elles on peut observer dans des conditions convenables le phénomène de la résonance multiple (cf. expériences 2 et 3).

Les oscillations électriques d'ordre supérieur ont été observées par Lecher, Rubens, Cohn et Heerwagen, Salvioni, Drude, Mazzotto, Wiedemann et Ebert.

L'idée la plus naturelle était certainement de chercher un rapprochement entre ces oscillations d'ordre supérieur et les sons supérieurs de l'acoustique. C'est en effet ce qu'on a voulu faire, mais on ne tarda pas à abandonner cette idée, un peu prématurément d'ailleurs. On était habitué à trouver, dans les phénomènes acoustiques, des sons supérieurs formant une série harmonique, c'est-à-dire dont les périodes (et par suite les longueurs d'onde) sont proportionnelles aux inverses des nombres entiers consécutifs. Aucune loi de ce genre ne paraissait régir la succession des périodes dans les oscillations électriques. Cependant les valeurs de ces périodes déterminées par l'expérience étaient bien d'accord avec les valeurs calculées par la théorie (Cohn et Heerwagen).

Faut-il en conclure que l'analogie observée entre les vibrations électriques, quand on ne considère que les périodes fondamentales, ne s'étend pas aux périodes des vibrations supérieures ? C'est assez peu probable, étant donnée l'identité de forme des équations, vérifiées par l'expérience, qui de part et d'autre représentent l'ensemble des phénomènes. Il est aisé de voir où le raisonnement serait fautif.

Il suffit en effet de remarquer que l'existence des sons supérieurs harmoniques n'est qu'un cas très particulier dans l'histoire des vibrations acoustiques, très

particulier, bien qu'il soit fréquemment observé. C'est le cas en effet de tous les sons musicaux.

Mais en général les vibrations acoustiques ne sont pas assujetties à la loi harmonique pas plus que les oscillations électriques. S'il fallait nous borner à cette constatation, la considération des analogies acoustiques ne nous serait pas d'un grand secours dans l'étude des oscillations électriques. Il importe donc que nous puissions caractériser les circonstances dans lesquelles les vibrations acoustiques sont ou ne sont pas harmoniques.

Au point de vue physique, la production des vibrations supérieures répond en somme à la subdivision du système vibrant total en systèmes partiels vibrant tous à l'unisson, par conséquent chacun comme s'il était seul. La période fondamentale est celle du système vibrant dans son ensemble, la période de la vibration supérieure est la période fondamentale commune aux systèmes partiels.

Que faut-il pour que les oscillations supérieures soient harmoniques? Il faut que non seulement les périodes fondamentales des systèmes partiels soient égales, ce qui est toujours réalisé forcément, mais de plus que ces systèmes soient identiques. En termes un peu différents, on peut dire, il faut qu'on puisse supposer échangées les positions de deux quelconques de ces systèmes partiels sans que le régime vibratoire du système total soit modifié. Un exemple le montrera aisément.

Considérons une corde vibrante homogène[1] : cette

[1] Il faut entendre ici l'expression d'homogène, dans un sens un peu plus large que le sens habituel : elle signifie que non seule-

corde rendra, comme on le sait, une série de sons harmoniques. Les systèmes partiels dans lesquels elle se divise sont bien connus : ce sont les internœuds, et ils sont identiques entre eux. On peut supposer qu'on échange leurs positions sans que le régime vibratoire de la corde entière soit modifié.

Détruisons maintenant l'homogénéité de la corde en plaçant une surcharge en un quelconque de ses points. Nous savons ce qui arrivera : le son de la corde prendra le timbre aigre qui caractérise la présence des sons supérieurs inharmoniques. La théorie nous conduit d'ailleurs dans ce cas à des valeurs irrationnelles pour les rapports entre les périodes des sons supérieurs et la période du son fondamental. Les internœuds ne sont plus identiques et on ne peut supposer échangé l'internœud qui comprend la surcharge avec un autre quelconque sans que l'état vibratoire de la corde soit changé. La modification de la période fondamentale provoquée par la surcharge varie en effet avec la position de cette surcharge sur la corde.

Supposons qu'il s'agisse à présent des oscillations électriques, de celles par exemple qui se produisent dans un système de deux fils parallèles.

Les équations différentielles qui représentent ces oscillations ont une forme analogue à celle des équations de la corde vibrante. Dans une certaine mesure, on peut dire que l'induction propre joue le rôle de la densité, la capacité, le rôle de la tension.

ment la matière de la corde est homogène, mais que les diverses propriétés dont dépendent les périodes des vibrations, section, densité, élasticité, tension sont indépendantes de l'abscisse comptée parallèlement à l'axe de la corde.

Dans le cas de la corde vibrante, les sons supérieurs deviennent inharmoniques, quand la densité ou la tension cessent d'être uniformes tout le long de la corde. Par analogie, nous sommes amenés à supposer que les oscillations électriques d'ordre supérieur sont inharmoniques parce que la capacité ou l'induction propre ne sont pas uniformément réparties le long des fils.

C'est en effet ce que paraissent démontrer les expériences qui vont êtres décrites maintenant.

Expériences.

Ces expériences ont porté sur trois types de systèmes oscillants, qui sont classiques et qu'il est inutile de décrire en détail : le système de Lecher, celui de Blondlot et celui de Blondlot-Drude.

Les appareils employés ne présentent aucune différence essentielle avec les appareils usuels. Les longueurs d'onde se mesurent par la méthode des deux ponts en se servant comme indicateur d'un tube à gaz raréfié. Ce tube est dans l'espèce un tube de Zehnder, choisi uniquement à cause de sa grande sensibilité, car il n'est fait aucun usage des électrodes dont il est muni.

Le premier pont étant placé sur les fils à quelque distance de l'excitateur proprement dit, on déplace le second pont sur ces fils, en maintenant le tube à peu près au milieu de la distance entre les deux ponts. Les positions du deuxième pont qui correspondent à la résonance sont caractérisées par un maximum d'éclat du tube. On note ces positions : la distance entre les deux ponts représente un internœud, c'est-à-dire une demi-longueur d'onde. Il y a lieu toutefois de faire une

correction : il faut ajouter à la distance mesurée la demi-somme des longueurs des ponts (Drude). On peut d'ailleurs déterminer directement la valeur vraie de l'internœud, il suffit de déplacer le deuxième pont à partir de la première position de résonance jusqu'à la suivante ; la distance entre les deux positions est égale à l'internœud, sans correction. A de rares exceptions près, tous les nombres cités dans ce qui suit ont été déterminés successivement par ces deux observations : la correction indiquée s'est toujours trouvée suffisamment exacte.

La précision avec laquelle se mesurent ainsi les longueurs d'onde est variable avec les conditions expérimentales : dans les cas les plus défavorables, l'erreur ne dépasse pas de 3 à 4 °/₀ et la plupart du temps est notablement inférieure. On ne s'est pas attaché du reste à réaliser dans ces mesures une exactitude qui eût été tout à fait superflue dans le cas actuel. Il s'agit ici bien moins de déterminer les valeurs absolues des longueurs d'onde que leur variations avec les conditions expérimentales : il y avait donc plus d'intérêt à multiplier le nombre des déterminations qu'à accroître leur précision.

1. *Excitateur Blondlot-Drude.*

Cet excitateur était emprunté à un appareil de Drude pour l'étude de l'absorption et de la dispersion électriques. Ses dimensions sont les suivantes :

Diamètre des cercles	5,0 cm.
Diamètre du fil primaire	0,3 »
Diamètre des fils secondaires	0,1 »
Ecartement des fils secondaires	2,0 »

Les tableaux ci-après réunissent les résultats des mesures effectuées dans ces conditions.

Dans ces tableaux l représente la longueur de chacun des fils parallèles comprise entre le sommet du cercle secondaire et le pont fixe, en supposant le cercle rectifié. Le sommet du cercle secondaire est toujours un nœud de vibration, ainsi qu'on le vérifie aisément en le reliant au sol, ce qui ne modifie en rien le régime vibratoire.

TABLEAU I.

l.	$\frac{1}{2}\lambda_1$.	$\frac{1}{2}\lambda_2$.	$\frac{1}{2}\lambda_3$.	$\frac{1}{2}\lambda_4$.	$\frac{1}{2}\lambda_5$.	$\frac{1}{2}\lambda_6$.	$\frac{1}{2}\lambda_7$.
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
175	302	»	»	»	»	»	»
225	339	»	»	»	»	»	»
275	381	»	»	»	»	»	»
325	405	250	»	»	»	»	»
375	441	261	»	»	»	»	»
425	481	291	»	»	»	»	»
475	521	304	220	»	»	»	»
525	562	318	240	»	»	»	»
575	602	336	246	»	»	»	»
625	648	358	263	»	»	»	»
675	693	380	272	217	»	»	»
725	744	400	291	225	»	»	»
775	789	420	302	240	199	»	»
825	838	443	313	248	206	»	»
875	881	465	326	256	215	»	»
925	939	488	340	265	225	»	»
975	984	510	356	277	234	201	»
1025	1031	534	371	292	242	206	»
1075	1083	557	389	301	249	214	»
1125	(trop faible)	577	396	312	255	219	194

TABLEAU II.

l.	$\frac{\frac{1}{2}\lambda_1}{l}$.	$\frac{\lambda_2}{\lambda_1}$.	$\frac{\lambda_3}{\lambda_1}$.	$\frac{\lambda_4}{\lambda_1}$.	$\frac{\lambda_5}{\lambda_1}$.	$\frac{\lambda_6}{\lambda_1}$.	$\frac{\lambda_7}{\lambda_1}$.
mm							
175	1,72	»	»	»	»	»	»
225	1,50	»	»	»	»	»	»
275	1,39	»	»	»	»	»	»
325	1,24	0,617	»	»	»	»	»
375	1,17	601	»	»	»	»	»
425	1,15	605	»	»	»	»	»
475	1,10	583	0,422	»	»	»	»
525	1,06	565	427	»	»	»	»
575	1,047	558	405	»	»	»	»
625	1,037	552	405	»	»	»	»
675	1,027	548	392	0,313	»	»	»
725	1,027	537	391	302	»	»	»
775	1,018	532	382	304	0,252	»	»
825	1,015	528	373	205	245	»	»
875	1,007	527	370	290	244	»	»
925	1,015	519	362	282	239	»	»
975	1,009	518	361	281	237	0,204	»
1025	1,006	518	359	283	234	200	»
1075	1,008	514	359	277	230	192	»
1125	(1,002) extrapol.	511	351	276	228	194	0,172
Série harmonique.		0,500	0,333	0,250	0,200	0,166	0,142

Remarquons tout d'abord que les longueurs d'onde qui figurent dans chacune des colonnes du tableau vont en croissant régulièrement avec l. On doit donc considérer comme l'excitateur toute la portion des fils située en deçà du premier pont.

La vibration dont la longueur d'onde est désignée par λ_1 mérite bien le nom de vibration fondamentale, car elle ne présente entre les deux nœuds qui se trou-

vent aux extrémités du système vibrant aucun nœud intermédiaire. En effet $\frac{\lambda_1}{2}$ est toujours supérieur à l.

Il y a plus : à mesure que l augmente, $\frac{\lambda_1}{2}$ tend vers l; dans les dernières lignes du tableau la différence n'est plus que de l'ordre de grandeur des erreurs de mesure.

L'analogie acoustique est évidente : l'excitateur est analogue à une corde qui porterait une surcharge à l'une de ses extrémités. La demi-longueur d'onde du son est alors différente de la longueur de la corde, mais tend vers cette longueur si la corde devient très longue. Dans l'excitateur, la demi-longueur d'onde serait égale à la longueur de l'excitateur si la capacité et l'induction propre par unité de longueur étaient uniformes. Mais la présence des cercles primaire et secondaire détruit cette uniformité : dans la région qu'ils occupent, la capacité et l'induction propre sont différentes de ce qu'elles sont dans les fils parallèles. Quand l'excitateur devient très long, l'importance relative de cette perturbation va en diminuant et la demi-longueur d'onde tend vers celle de l'excitateur.

Considérons maintenant la série des tons supérieurs. Le nombre des tons observés croît à mesure que la longueur l augmente. Comme l'indicateur décèle seulement les ondes dont l'intensité a dépassé une certaine limite, il faut en conclure que l'intensité des tons supérieurs augmente quand la longueur de l'excitateur augmente. Par contre, l'intensité du ton fondamental qui se maintient d'abord à peu près constante décroît ensuite et finit par cesser d'être observable.

Cela constitue encore une analogie des ondes électriques avec les ondes acoustiques. Chacun sait que, à mesure qu'un tuyau s'allonge, les harmoniques se renforcent aux dépens du son fondamental et que, dans les tuyaux longs et étroits, il est très difficile d'obtenir ce dernier.

Les rapports des longueurs d'onde du ton fondamental aux longueurs d'onde des tons supérieurs, ne sont pas harmoniques, en général. C'est ce qui était à prévoir d'après l'analogie acoustique. Mais ils tendent à le devenir à mesure que la longueur de l'excitateur augmente. Ils ne le seraient tous que si cette longueur était infinie. En pratique, quand on augmente cette longueur, les tons supérieurs arrivent à se confondre avec les termes correspondants de la série harmonique successivement suivant leur ordre.

Il est possible d'ailleurs de préciser davantage pour quelle longueur du système un ton supérieur d'ordre déterminé se confond sensiblement avec le terme correspondant de la série harmonique.

Remarquons qu'une vibration supérieure présente un ou plusieurs nœuds en arrière du pont fixe, c'est-à-dire entre ce pont et le cercle secondaire. En fait, on peut dans des conditions déterminées, observer plusieurs vibrations simultanées n'ayant pas de nœud en arrière du pont fixe, mais ce phénomène ne se présente pas ici. Nous aurons à y revenir plus tard.

Les vibrations supérieures ne sont autres que les vibrations fondamentales des systèmes qu'on obtiendrait en reportant le pont fixe au nœud de ces vibrations le plus voisin de l'excitateur.

On comprend alors pourquoi les tons supérieurs dif-

fèrent d'autant plus de l'harmonique correspondant que leur ordre est plus élevé. Plus l'ordre du ton supérieur est élevé, plus le système dont ce ton représente le ton fondamental est court, plus par conséquent la perturbation provoquée par la présence des cercles a d'importance sur la longueur d'onde.

Un ton supérieur se confond avec l'harmonique quand sa longueur d'onde n'est plus influencée par cette perturbation, c'est-à-dire quand le système dont il représente le ton fondamental est assez long pour que la demi-longueur d'onde de ce ton soit égale sensiblement à la longueur du système lui-même.

A vrai dire, il est impossible de réaliser une démonstration expérimentale complète, parce que l'intensité de l'onde fondamentale tombe au-dessous du minimum observable, avant que cette condition ne soit remplie même pour la première onde supérieure. Mais l'allure du phénomène est régulière et il ne saurait subsister de doute sur les conclusions à tirer des expériences effectuées. Si on trace les courbes qui ont pour abscisses les longueurs l de l'excitateur et pour ordonnées $\frac{\lambda_1}{2}$, $2\,\frac{\lambda_2}{2}$, $3\,\frac{\lambda_3}{2}$ .... $n\,\frac{\lambda_n}{2}$, ces courbes ont visiblement pour asymptote la droite menée par l'origine à 45° des axes.

D'après tout ce qui précède, les vibrations observées doivent être considérées comme les vibrations propres du circuit secondaire quand ce circuit est long. Quand ce circuit est court, la présence du cercle primaire influe sur la longueur d'onde; cela revient à dire en d'autres termes, que les vibrations de l'ensemble du primaire et du secondaire. Quant aux vibrations pro-

près du primaire, elles n'apparaissent pas nettement dans les expériences présentes.

Cercle secondaire ouvert. — En ouvrant le cercle secondaire au sommet, on provoque en ce point la formation d'un centre de vibration à la place du nœud qui existait précédemment. Le système devient l'analogue d'un tuyau fermé, puisque les ondes stationnaires sont de nature différente aux deux extrémités. On n'observe plus alors que les tons supérieurs correspondant aux termes impairs de la série harmonique tout comme en acoustique.

Influence de la position du cercle primaire par rapport aux extrémités du secondaire. — Les fils secondaires sont prolongés en arrière du cercle : le pont fixe est placé d'abord très près du cercle ; on l'éloigne ensuite et chaque fois on diminue d'autant la longueur des fils postérieurs. La longueur de l'excitateur reste donc constante, mais la position des cercles par rapport aux extrémités varie.

Les longueurs d'onde varient en même temps : la longueur d'onde fondamentale est maxima quand les cercles sont vers le milieu du circuit : la longueur d'onde du premier ton supérieur est alors minima. Ce résultat s'explique aisément. Pour la première, les cercles sont au voisinage d'un ventre, pour la seconde, ils sont au voisinage du nœud ; leur influence est maxima dans le premier cas, minima dans le second.

L'analogie acoustique se poursuit donc dans les expériences.

2. *Excitateur Blondlot.*

Excitateur sans condensateur primaire. — Aux dimensions près, l'excitateur est alors identique au

précédent : les résultats observés sont les mêmes. Lorsque la longueur du secondaire est assez grande, les longueurs d'onde ne dépendent plus de l'écartement des fils parallèles ni de leur diamètre. En effet, les vibrations observées sont alors celles du secondaire, qui se confond sensiblement avec le système de deux fils parallèles. Dans un tel système, la capacité et l'induction propre par unité de longueur sont l'inverse l'une de l'autre : la période qui ne dépend que de leur produit est indépendante de chacun des facteurs : la demi-longueur d'onde est toujours égale à la longueur du système.

Excitateur avec condensateur primaire. — La capacité du condensateur primaire influe sur la longueur d'onde fondamentale, quand la longueur l de l'excitateur est assez petite : c'est qu'alors nous observons les vibrations de l'ensemble du primaire et du secondaire. Quand l devient très grand, nous observons les vibrations propres du secondaire dont la longueur d'onde est indépendante de la capacité du primaire.

Si on range les longueurs d'onde simplement par ordre de grandeur décroissante, la série obtenue ne suit pas régulièrement la série harmonique. Mais la succession est beaucoup plus régulière, si parmi les longueurs d'onde observées pour une position déterminée du pont fixe, on supprime l'une d'entre elles. Les autres forment alors une série quasi-harmonique comme on l'a trouvée dans les expériences précédentes.

En fait, la longueur d'onde ainsi supprimée se distingue des autres par un certain nombre de caractères, qui ne peuvent guère laisser de doute sur sa nature.

Tout d'abord elle ne croît pas comme les autres d'une manière continue avec la longueur l, elle oscille entre

deux limites extrêmes assez rapprochées. Par contre, elle varie avec la capacité du primaire.

Enfin l'intensité lumineuse du tube, qui mesure jusqu'à un certain point l'intensité de la vibration ne varie pas d'une manière contine avec la longueur l, ainsi qu'il arrive pour les autres vibrations. Tantôt elle est très vive, tantôt suffit à peine pour déceler les nœuds.

La conclusion s'impose : cette vibration est une vibration forcée du secondaire, dont la période dépend essentiellement de la période du primaire. Le phénomène que nous observons sur cette vibration est le phénomène proprement dit de la résonance multiple : le secondaire joue le rôle de résonateur et indique différentes périodes pour un même primaire.

La présence de ces deux séries de vibrations est conforme du reste à ce que prévoit la théorie ; elle est une conséquence de l'équation de résonance.

3. *Excitateur de Lecher.*

1. *La longueur des fils primaires est négligeable.*

Si les fils primaires qui relient les armatures des condensateurs aux pôles de l'étincelle ont une longueur très faible vis-à-vis de la longueur des fils secondaires, on observe une série de vibrations quasi-harmoniques, ne présentant que les termes de rang impair. Les longueurs d'onde observées sont celles qu'indique la formule de Cohn et Heerwagen, appliquée au circuit formé par les plaques sur les fils secondaires. De plus, on trouve une vibration dont la longueur d'onde n'est pas indiquée par cette formule, mais qu'il est facile de reconnaître pour la vibration propre du circuit formé par les plaques et les fils primaires, surtout quand on rapproche ces expériences des suivantes.

2. *Les fils primaires ont une longueur notable.*

On trouve dans ce cas deux séries distinctes de vibrations, toutes deux quasi-harmoniques, à termes impairs. L'une de ces séries tend vers la série des vibrations propres du secondaire, quand la longueur de celui-ci devient grande; l'autre série tend vers la série des vibrations propres du primaire.

Il est à remarquer d'ailleurs que les vibrations correspondant à une longueur donnée du primaire sont les mêmes que les vibrations du secondaire ayant la même longueur. Cela revient à dire qu'on peut échanger les positions de l'étincelle et du pont fixe, sans modifier les longueurs d'onde, fait démontré déjà par des expériences spéciales de Apt[1].

Quand le primaire et le secondaire sont relativement courts, toutes les longueurs d'onde observées sont modifiées, soit par une variation du primaire, soit par une variation du secondaire; il faut donc dans ce cas considérer les vibrations comme appartenant à l'ensemble du système.

Si le secondaire est long, il joue le rôle du résonateur par rapport au primaire et on y observe d'une part ses vibrations propres, d'autre part les vibrations foncées, de périodes voisines des périodes propres du primaire.

Les expériences prouvent par suite que le primaire est le siège de vibrations multiples, dont les longueurs d'onde tendent vers les termes impairs d'une série harmonique quand ce primaire devient très long.

Cette conclusion n'est valable qu'autant que la réaction du secondaire sur le primaire est négligeable. On peut dire alors que le primaire vibre comme s'il était

[1] Apt, *Wied. Ann.*, LXI, p. 293-314.

isolé. Il ne diffère plus essentiellement d'un excitateur de Hertz.

Donc, un excitateur de Hertz dont la longueur est suffisamment grande par rapport à sa capacité émet un système de vibrations dont les longueurs d'onde forment une suite à intervalles finis; cette suite tend, quand la longueur devient très grande, vers la série harmonique.

C'est en effet ce qu'ont vérifié les expériences de M. Kiebitz[1], publiées depuis l'achèvement du présent travail.

Résonance multiple et oscillations d'ordre supérieur.

Il est facile, d'après ce qui précède, de voir que le phénomène de la résonance multiple et celui des oscillations d'ordre supérieur sont de nature différente. Rappelons d'ailleurs que Bjerknes dit expressément que sa théorie de la résonance multiple s'applique seulement à des conditions expérimentales telles qu'ils ne se produisent pas d'oscillations d'ordre supérieur.

Les expériences qui viennent d'être décrites semblent démontrer que le phénomène de la résonance multiple se produit pour chacune des vibrations qui forment la série quasi-harmonique. Il faut entendre par là que des résonateurs dont la période propre serait voisine de la période propre de l'une de ces vibrations, indiqueraient pour cette vibration des périodes différentes, variant avec les conditions d'amortissement.

Mais les expériences présentes ne permettent pas de trancher cette question; ce qu'on ne pourrait faire qu'après avoir étudié spécialement ce point.

Clermont-Ferrand, janvier 1902.

[1] Kiebitz, *Ann. d. Ph.*, V, p. 872-905.

SUR

L'INDUCTION RADIANTE

ET SUR

l'existence de rayons qui subissent la réflexion

DANS LE

rayonnement émis par un mélange de chlorures de radium et de baryum

PAR

Thomas TOMMASINA

Communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle
de Genève dans sa séance du 9 janvier 1902.

L'une des propriétés que le rayonnement des corps radioactifs possède en commun avec les rayons cathodiques, les rayons Röntgen, les rayons secondaires et les rayons ultra-violets, est celle d'accélérer la décharge des corps électrisés. Cette accélération semble être due à une diminution de la résistance que le milieu oppose à la transmission de la modification électrique.

En effet, on sait que si l'on tient un tube contenant un corps radioactif à une certaine distance des disques métalliques ou plateaux de l'électroscope de Curie électrisé soit négativement, soit positivement, l'on voit immédiatement la divergence de la feuille d'or diminuer, celle-ci se rapprochant toujours plus de la lame fixe. Si on éloigne rapidement le tube radiant, la feuille

s'arrête et si on l'approche de nouveau elle reprend son mouvement de décharge ; en faisant plusieurs fois de suite ce mouvement *la feuille se meut ou s'arrête, mais elle n'oscille jamais.* Au contraire, comme l'on sait, en présentant un bâton de verre ou un bâton de résine frottés, la feuille d'or s'éloigne ou s'approche suivant le sens de son électrisation et de celle du corps influençant ; mais en éloignant celui-ci elle ne reste point dans la nouvelle position, mais reprend sa place primitive si l'action a été suffisamment rapide. On peut facilement trouver une distance telle que si l'on fait des mouvements très courts de va et vient, *on constate un synchronisme parfait avec le mouvement oscillatoire de la feuille d'or.* Cette expérience élémentaire met nettement en évidence l'état de tension qui existe dans le milieu ambiant qui constitue le champ électro-statique, de même que la précédente en fait connaître la diminution graduelle, laquelle se produisant également pour les deux états opposés d'électrisation, oblige à admettre un accroissement de la conductibilité du milieu.

Je dis du milieu et non de l'air, car ayant découpé deux lames de paraffine d'une épaisseur de 1.5 cm. et ayant renfermé le tube radioactif entre les deux, puis les ayant soudées l'une à l'autre, après les avoir fait entrer de force dans l'espace qui sépare les deux plateaux de l'électroscope Curie, j'ai constaté que leur conductibilité électrique atteint dix fois celle que possèdent les lames de paraffine sans le tube radiant, laquelle est trois fois plus grande que celle de l'air ambiant au moment des expériences.

De même ayant placé sur le plateau inférieur de

l'électroscope une cuve cylindrique en verre mince et à fond plat que j'ai remplie d'alcool dans lequel j'ai immergé le plateau supérieur, j'ai reconnu, lorsque le tube radiant y était plongé, une sensible diminution de résistance entre les deux plateaux.

En outre, par plusieurs modifications expérimentales j'ai pu reconnaître la rapidité de l'apparition et de la disparition de cet accroissement de conductibilité, et qu'elle ne continue pas à augmenter pendant toute la durée de l'action radioactive, mais semble atteindre immédiatement sa limite supérieure.

J'ai constaté que le tube radiant enfermé dans des enveloppes en verre ou en métal de 3 à 4 cm. d'épaisseur, produit encore un effet très sensible de diminution de l'électrisation de l'électroscope et que sans enveloppe cet effet est encore nettement indiqué à plusieurs mètres de l'appareil, qu'il augmente avec les dimensions de la surface radiante, et qu'il est doublé par l'adjonction d'un miroir parabolique concave, métallique, que je décrirai dans la suite. J'ai constaté également que le tube radioactif enfermé dans une double ampoule de Dewar à vide intermédiaire, produit à travers ce vide, poussé très loin, la décharge des corps électrisés et la fluorescence induite sur un écran au platino-cyanure de baryum.

Tous ces faits semblent contraire à l'explication qu'on donne du phénomène par l'hypothèse d'une ionisation de l'air.

En effet, si la diminution de résistance de l'air dans ce cas était due à une ionisation, la résistance ne pourrait pas réapparaître instantanément et la décharge de l'électroscope continuerait encore lorsqu'on a éloigné le

corps radiant. De même il est inadmissible que le phénomène soit dû à un flux de particules électrisées émis par le tube radioactif, car la diminution ne pourrait avoir lieu que pour l'un des états d'électrisation, pour l'autre une augmentation devrait en être la conséquence ; du reste leur effet ne pourrait se produire qu'à une distance très faible. La polarisation des atmosphères moléculaires, qui doit avoir lieu sous l'action de la propagation du mouvement éthérique, suffit pour expliquer le phénomène sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir une scission électro-chimique, ou la formation de ions libres.

Faisant une étude comparative de modes de production, des propriétés communes et de la nature complexe reconnue des rayons d'origine cathodique et de ceux d'origine photo-chimique, j'ai été amené à conclure que l'émission des rayons cathodiques n'est pas une forme particulière de la décharge disruptive cathodique, comme le pensent MM. E. Bichat et R. Swyngedaw[1], *mais l'effet d'une décharge disruptive de forme particulière partant de l'anode.*

La partie radiante du flux anodique[2] qui a son origine dans cette décharge de forme particulière est certainement de même nature que les rayons ultra-violets, comme le démontre le fait que dans le vide de Crookes leurs effets sont identiques. On peut se représenter que ces rayons anodiques sont entraînés suivant les tubes de lignes de force du champ électro-magnétique, comme

[1] Rapports présentés au Congrès international de physique de 1900, à Paris. t. III, p. 182.

[2] A. Battelli e Magri. Sui raggi anodici e sui raggi catodici. *Il nuovo Cimento*, t. X, 2e semestre, 1899, p. 264.

c'est le cas pour les rayons de lumière dans les fontaines lumineuses. Mais en s'approchant de la cathode, les lignes de flux deviennent droites et normales à la surface de cette dernière, où les rayons anodiques doivent être tous ou en partie réfléchis. Ce serait cette modification qui donnerait naissance aux différents types de rayons qui constituent le faisceau cathodique.

Cette hypothèse donne une explication qui semble logique de l'espace obscur de Hittorf, lequel serait dû à un phénomène d'interférence limité par l'amortissement rapide, ce qui est d'accord avec le fait que cet espace augmente dans les tubes à vide à mesure que la raréfaction est poussée plus loin.

Cette hypothèse explique également les faits suivants :

Si l'on met devant la cathode, à 10 ou 15^{mm}, un écran à trou, c'est en face de ce trou que les rayons cathodiques se forment *pourvu que l'écran soit compris dans l'espace obscur*[1].

Si l'on place, comme l'a décrit M. Schuster[2], un objet dans l'espace obscur, *l'on observe qu'il porte une ombre sur la cathode.*

D'après cette hypothèse, l'afflux cathodique de M. P. Villard[3] ne serait que le flux radiant anodique.

Ainsi le flux radiant anodique provoque l'émission des rayons cathodiques, ceux-ci frappant une lame métallique ou le verre de l'ampoule font naître les rayons Röntgen, lesquels à leur tour frappant les corps, leur

[1] P. Villard. Les rayons cathodiques. Paris 1900 (Scientia), page 91.

[2] *Proceed. Royal Society*, t. XLVII. p. 557, 1890.

[3] P. Villard, loc. cit.

font émettre des rayons secondaires et ces derniers, de la même manière, des rayons tertiaires, etc. Tous ces rayons sont également complexes et composés de rayons déviables et non déviables par un champ magnétique, de rayons peu pénétrants et d'autres très pénétrants, etc.

En partant des rayons ultra-violets et du rayonnement Becquerel l'on passe également par toutes ces séries de transformations et l'on obtient des types semblables de rayons.

Il est évident que la théorie balistique n'explique qu'une partie de ces phénomènes et qu'il faut recourir à la théorie ondulatoire. Même pour les rayons déviables qui contiennent des particules électrisées ou non, il faut chercher par la théorie vectorielle éthérique la cause première du phénomène. Le fait qu'un métal, même non électrisé, frappé par les rayons ultra-violets émet un flux ayant les caractères des rayons cathodiques particulièrement absorbables[1], semble signaler une catégorie de phénomènes qui serviraient de liaison entre ceux de même nature d'origine cathodique et les autres d'origine photo-chimique (rayons Becquerel). Ne pouvant connaître la disposition ou l'architecture atomique qui donne naissance à ces derniers, la forme mécanique de la transformation reste occulte, mais nous ne pouvons avoir de doutes sur leur nature également vectorielle éthérique qui nous est indiquée par la phosphorescence et la fluorescence induites. Cette phosphorescence nous conduit à admettre la nature

[1] P. Lenard. Erzeugung von Kathodenstrahlen durch ultraviolettes Licht. *Drude's Annalen der Physik*, t. II, p. 359-370, 1900.

secondaire ou induite du rayonnement Becquerel, qu'on peut considérer comme provoqué par l'action d'une certaine catégorie de rayons ultra-violets que nous ignorons encore. A cette manière de voir est dû le titre d'induction radiante sous lequel j'entends comprendre tous ces phénomènes. Les variétés de rayons doivent être illimitées, du moment qu'elles ne dépendent que des longueurs d'onde, c'est-à-dire de la durée de vibration, et leur refléxibilité doit diminuer insensiblement et graduellement avec l'accroissement de leur pénétrabilité.

C'est en me basant sur les précédentes considérations théoriques déduites des faits que je viens d'énumérer, que j'ai entrepris les recherches dont je vais décrire très brièvement les dispositions expérimentales et les résultats qui m'ont permis d'établir l'existence de rayons qui subissent la réflexion dans le rayonnement émis par un mélange de chlorures de radium et de baryum[1].

Le premier dispositif est le suivant :

Un miroir concave parabolique en cuivre argenté, de 25^{mm} de foyer et 12 cm. d'ouverture est percé à son centre et muni d'un tube de cuivre de 11^{mm} de diamètre intérieur. Dans ce dernier entre à frottement doux un tube de caoutchouc un peu rigide, dans lequel est à moitié enfoncé un petit tube radiant contenant des chlorures de radium et de baryum. Le tube de caoutchouc est fixé à un support à pinces tournantes, qui permettent de modifier facilement l'orientation du mi-

[1] Th. Tommasina. *Comptes-rendus*, t. CXXXIII, p. 1299. 30 décembre 1901.

roir sans secouer les corps radioactifs. On peut ainsi ôter et replacer rapidement, soit le miroir, soit le tube radiant, sans que tout le dispositif ne subisse aucun autre changement.

Cet appareil est placé sur une table en contrebas de celle sur laquelle se trouve l'électroscope Curie, auquel a été enlevé pour cette expérience, le disque inférieur.

Le foyer du miroir où se trouve le tube radiant était à 60 cm. du centre du disque supérieur et à 45 cm. en contrebas, l'axe du miroir étant dirigé vers ce même centre.

L'électroscope a été électrisé, soit négativement soit positivement, au moyen d'actions très faibles, de façon à porter la divergence de la feuille d'or un peu plus loin que la 200me division de l'échelle de la lunette de l'électroscope, pour éviter de faire des lectures pendant les irrégularités de la marche initiale, et pour ne pas trop influencer le milieu et l'appareil par le flux électrique intense des bâtons de résine ou de verre frottés. Ces expériences sont très délicates et, justement à cause de cette dernière action, ne peuvent avoir une longue durée.

Voici quelques-unes des séries d'observations qui mettent en évidence l'action du miroir sur une partie du rayonnement. Les chiffres des premières colonnes indiquent la division de l'échelle où se trouvait la feuille d'or après un temps toujours égal de soixante secondes ; ceux des deuxièmes colonnes indiquent les nombres des divisions comprises entre deux chiffres successifs des premières colonnes, donnant ainsi la diminution de l'électrisation de l'électroscope après chaque minute.

Séries avec électrisation négative.

Sans miroir		Avec miroir		Sans tube radiant	
200		200		200	
	15		40		2
185		160		198	
	16		38		
169		122		165	
	16		33		2
153		89		163	
	17		33		
136		56		90	
	17		30		1,5
119		26		88,5	
	16			24,5	
103					1,5
	14			23	
89					
	14				
75					
	13				
62					
	13				
49					

Séries avec électrisation positive.

185		200		200	
	19		40		2
166		160		198	
	18		37		
148		123		161	
	18		34		1,5
130		89		159,5	
	17		33		
113		56		115	
	16				2
97				113	
	17				
80				75	
	15				1,5
65				73,5	
	14				
51					

Des séries plus régulières ont été obtenues : je ne présente que des moyennes pour donner une idée plus exacte de l'ensemble de ces mesures, lesquelles démontrent que le miroir double l'effet du tube. Cette forte augmentation semble établir que l'action ne peut pas être due seulement aux rayons secondaires émis par la surface du miroir sous l'action des rayons directs et partant normalement de leurs points d'incidence. D'autant plus que ces rayons, à cause de la forme parabo-

lique du miroir, devraient venir tous se croiser le long de la ligne axiale dans la continuation de l'axe du tube radiant, à proximité de ce dernier et suivant la droite qui réunit le foyer du miroir avec le centre du disque de l'électromètre. J'ai pensé les éliminer, de même que les rayons directs émis par le tube dans cette direction, par la modification suivante :

Un cylindre en fer de 8 cm. de diamètre et 20 cm. de longueur a été placé longitudinalement dans la direction axiale, entre l'électromètre et le miroir, à 2 cm. de ce dernier. Le miroir concave n'ayant que 12 cm. d'ouverture, sa zone efficace était ainsi réduite à une bande annulaire de 2 cm. d'épaisseur. Le bord du miroir est courbé en dehors de telle façon que les points qui pourraient envoyer des rayons secondaires dans la direction de l'électroscope ne sont pas exposés aux rayons directs des corps radioactifs qui se trouvent dans le foyer du miroir parabolique.

Les nouvelles séries obtenues m'ont permis d'établir que l'action du miroir compensait celle du cylindre en fer, de façon qu'on avait approximativement les mêmes chiffres par le tube muni de miroir avec cylindre de fer interposé, que par le tube sans miroir et sans le cylindre, celui-ci ôtant presque les deux tiers de l'action du tube radiant sur l'électroscope. Le phénomène de la réflexion était ainsi mis en évidence.

La grande facilité de pénétration que possède une partie des rayons directs ayant été déjà constatée, j'ai remplacé le cylindre de fer par un écran métallique mince dans le but de séparer les rayons réfléchis des autres. Une lame de laiton de la même épaisseur que celle des parois du miroir ($0^{mm}5$), a été disposée nor-

malement à la ligne axiale, à 26 cm. du tube radiant, la distance de celui-ci à l'électromètre étant de 42 cm.

Les séries que j'ai obtenues par cette dernière modification expérimentale démontrent que l'interposition de la lame métallique annule complètement l'effet du miroir, tandis qu'elle produit une faible diminution de l'action du rayonnement du tube, qui est due en grande partie aux rayons très pénétrants.

Ces observations ayant été faites à la pleine lumière du jour, ou à la lumière de deux lampes à incandescence, et la distance entre le tube radiant et l'électroscope étant relativement grande (60 cent.), je n'avais aucun doute que la faible luminosité de phosphorescence de ces corps radio-actifs, visible seulement dans l'obscurité, ne devait jouer qu'un rôle minime et négligeable dans le phénomène. Ainsi j'avais cru inutile d'arrêter ces rayons, soit en couvrant le tube de papier noir ou d'une feuille très mince en aluminium, soit en interposant entre le miroir parabolique et l'électroscope un écran de ces mêmes substances.

En effet, les séries que je viens d'obtenir avec le tube radiant recouvert de papier noir et placé dans le foyer du miroir concave, et les autres séries avec le tube recouvert seul, puis ensuite avec le miroir mis en place mais sans tube, donnent parfaitement raison à ma manière de voir et démontrent *qu'il y a dans le rayonnement Becquerel des rayons non lumineux qui subissent la réflexion et qui ont la propriété d'accélérer la décharge des corps électrisés.*

Voici les décharges obtenues avec électrisation positive de l'électroscope :

Avec tube radiant recouvert de papier noir et placé dans le foyer du miroir parabolique.		Avec tube radiant recouvert sans miroir.		Avec miroir sans tube radiant.	
200		150		31	
	50		23		1,5
150		127		29,5	
	46		25		1
104		102		28,5	
	46		24		1
58		78		27,5	
	43		22		1
15		56		26,5	
			18		
200		38			
	50				
150					

A la fin de la première série, j'ai électrisé de nouveau positivement l'électroscope et cette charge a servi pour les deux séries suivantes. La deuxième série succède à la première sans perte de temps, ayant ôté rapidement le miroir.

Entre la deuxième et la troisième série, il m'a fallu plusieurs secondes pour enlever et éloigner de plus de 5 mètres le tube radiant et replacer le miroir parabolique, mais on voit que la marche devient tout de suite normale, c'est-à-dire que l'action du tube radiant disparaît rapidement. L'on voit aussi, comme je l'ai d'ailleurs reconnu précédemment, que lorsque les corps radio-actifs sont placés à plus de 6 m. des appareils, ils n'ont plus aucune action sensible sur ces derniers. De même les rayons secondaires disparaissent immédiatement et ne prennent plus naissance lorsque les surfaces métalliques ne sont plus exposées aux rayons primaires directs.

Le tube radiant nu étant placé dans le foyer du miroir et celui-ci à une distance de 30 cent. de l'électroscope muni des deux disques, j'ai reconnu qu'un écran de papier noir laissait passer plus de la moitié des rayons qui avaient subi la réflexion.

D'autres expériences m'ont permis également de reconnaître l'action électrique de ces rayons, de même que leur pouvoir inducteur de fluorescence et leur action photo-chimique.

Ayant dirigé le miroir hors du champ de l'électroscope, j'ai observé immédiatement une forte diminution de l'effet et, présentant aux rayons réfléchis une surface métallique plane, j'ai pu constater la deuxième réflexion, mais plus faiblement et moins nettement à cause du phénomène de diffusion qui prend dans cette dernière expérience une importance trop grande.

Le tube radiant étant dans le foyer du miroir parabolique, j'ai appliqué contre l'ouverture de celui-ci un écran au platino-cyanure de baryum et par l'observation de la parfaite égalité de la tache de fluorescence induite, j'ai pu établir que l'effet des rayons émis par le bord du miroir n'était nullement indiqué, de même que celui des rayons directs partant du tube.

J'ai obtenu ensuite cette même constatation par l'action photographique. Sur une plaque sensible recouverte par un négatif sur verre, j'ai placé le miroir ayant au foyer le tube radiant ; après quelques heures de pose le positif développé démontrait que l'action actinique avait eu lieu d'une manière égale sur toute la surface.

Dans d'autres expériences, le tube dépassant le foyer et se trouvant plus près des plaques, une tache plus foncée se produisait dans la partie centrale, ce que j'ai également observé au moyen de l'écran fluorescent.

Champel (Genève), janvier 1902.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

MESURE DES CONSTANTES CRITIQUES

PAR

Ph.-A. GUYE et Ed. MALLET

(*Suite*[1].)

CHAPITRE III

Déterminations expérimentales et observations.

Nous transcrivons ci-après nos diverses déterminations et observations.

Nous donnons, d'une manière générale, la provenance des corps étudiés (éventuellement le mode de purification), les constantes critiques (température et pression) avec indication entre parenthèses du nombre d'observations effectuées et les numéros des instruments employés (thermomètre et manomètre), l'indice de réfraction par rapport à la raie D du sodium, le coefficient de viscosité, la densité et le point d'ébullition. Pour ces deux dernières données, nous transcrivons, dans la généralité des cas, les mesures d'autres expérimenta-

[1] Voir *Archives*, janvier 1902, t. XIII, p. 30; février, p. 129.

teurs ; mais les chiffres ainsi reproduits se rapportent, pour la plupart, comme on le verra, aux mêmes échantillons que ceux dont nous nous sommes servis.

1. Durène $C_6H_2(CH_3)_4$ (*1.2.4.5.*).

Provenant de la Faculté des sciences de Paris.

Température critique.

$$t_c = 402,5 \text{ (8 obs. 2348).}$$

Pression critique.

$$p_c = 28,6 \text{ (6 obs. II).}$$

Ce corps est instable et se décompose déjà au-dessous de 400°, en devenant jaune ; ses vapeurs perdent alors leur transparence.

Une première série d'observations de p_c a été complètement faussée, par le fait d'une élévation de température trop rapide et trop forte. La paroi du tube servant à l'expérience s'est même recouverte de matières charbonneuses. La valeur de p_c croît alors très rapidement :

$$p_c = 29,0 — 29,05 — 29,1 — 29,3 — 29,8 — 30,2, \text{ etc.}$$

Il en est de même, bien qu'à un degré moindre, dans la série suivante que nous avons faite avec le plus grand soin :

$$p_c = 28,6 — 28,6 — 28,6 — 28,6 — 28,6 — 28,6 — 28,65 — 28,7 — 28,8.$$

Malgré cela, vu la concordance des 6 premières mesures, nous ne croyons pas que la valeur de $p_c = 28,6$ s'écarte beaucoup de la valeur réelle qui est peut-être légèrement inférieure.

Observations. — Cet échantillon a servi à MM. Du-

toit et Friderich[1] pour la mesure des constantes capillaires.

2. *Hexamethylbenzène* $C_6(CH_3)_6$.

Provenant de la Faculté des sciences de Paris.

Température critique.

$$t_c > 478^\circ,0 \ (2348)$$

Le dispositif de chauffage de l'étuve ne nous a pas permis d'atteindre dans cette expérience une température supérieure à 478°, point auquel le ménisque est encore visible; la décomposition de ce corps est, du reste, rapide et profonde et ne permettrait pas d'observations exactes. Nous avons donc renoncé à en déterminer la pression critique.

3. *Diphénylméthane* $C_6H_5CH_2C_6H_5$.

Provenant de la maison Kahlbaum.

Température critique.

$$t_c = 497^\circ,0 \ (\text{Radice}^2).$$

Pression critique.

1. $p_c = 28,2$ (15 obs. II).
2. $p_c = 28,2$ (10 obs. II).

Les lectures faites très rapidement ont été concordantes.

Cet échantillon a servi à MM. Dutoit et Friderich[3], ainsi que celui de l'Hexaméthylbenzène pour la mesure des ascensions capillaires.

4. *Biphényle* $C_6H_5—C_6H_5$.

De la fabrique Monnet, purifié par cristallisation.

[1] Dutoit et Friderich, *Arch. sc. phys. et nat.*, t. IX n° 2, p. 111.
[2] Radice, loc. cit.
[3] Dutoit et Friderich, loc. cit.

Température critique.

t_c 495°,6 (6 obs. 2211).

Pression critique.

1. $p_c = 31,76$ (15 obs. II).
2. $p_c = 31,84$ (10 obs. II).

Ce corps est assez stable, mais les mesures de température critique présentent certaines difficultés, en raison de la haute température à laquelle il faut chauffer l'enceinte. La correction thermométrique due à la colonne émergeante dont la température moyenne varie de 150 à 200°, devient un peu incertaine.

De plus, la répartition de chaleur dans le bain d'air intérieur devait être fort inégale ; les lectures ont dû être faites à assez grande distance, car l'échauffement de la vitre protectrice était considérable et incommodant pour l'observateur.

Ces considérations nous font envisager la valeur de t_c ci-dessus comme très approximative, et certainement comme un minimum.

Observations. — Cet échantillon a été utilisé par MM. Dutoit et Friderich[1] pour la mesure des constantes capillaires.

5. *Naphtaline* $C_{10}H_8$.

De la maison Kahlbaum, purifiée par cristallisation.

Température critique.

1. $t_c = 468°,2$ (10 obs. 2211).
2. $t_c = 468°,2$ (4 obs. 2211).

[1] Dutoit et Friderich, l. c., p. 112.

Pression critique.

1. $p_c = 39,10$ (8 obs. I).
2. $p_c = 39,33$ (8 obs. I).
3. $p_c = 39,26$ (10 obs. II).

Une série d'observations effectuées sur un tube contenant encore un peu d'air a donné des valeurs de p_c croissant avec la durée de l'expérience et notablement plus élevées.

La concordance entre les trois valeurs ci-dessus est d'autant plus remarquable que les manomètres étaient différents. Les séries 1 et 2 ont été effectuées avec le manomètre I et la série 3 avec le manomètre II. La naphtaline est, du reste, très stable au point critique.

Observations. — L'échantillon utilisé pour les mesures ci-dessus est celui qui a été employé par MM. Dutoit et Friderich[1] pour la détermination des constantes capillaires.

6. *Anisol* $C_6H_5OCH_3$.

Provenant de la fabrique Kahlbaum, purifié par distillation fractionnée, très pur.

Température critique.

$t_c = 368,5$ (10 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 41,2$ (10 obs. II).
2. $p_c = 41,3$ (15 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,5173$ à 20°,6.

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0,01039$ à 22°,3.

[1] Dutoit et Friderich, loc. cit., p. 113.

Densité.

$d_{20°,6} = 0,9918$ (Guye et Baud[1]).
$d_{22°,3} = 0,9903$

Point d'ébullition.

$t_e = 151°,0$ ss 721^{mm}.

L'anisol se décompose à la température critique. Après trois heures de chauffe à 400°, la température de disparition du ménisque est montée de 20°, soit à 390° environ.

Cet échantillon a servi à M. le prof. Louguinine pour déterminer la chaleur de vaporisation, et a été utilisé ensuite, ainsi que le phénétol et le métacrésol, pour la mesure d'ascensions capillaires par MM. Guye et Baud (loc. cit.).

7. *Phénétol* $C_6H_5OC_2H_5$.

Provenant de la fabrique Kahlbaum, purifié comme l'Anisol.

Température critique.

$t_c = 374°,0$ (8 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 33,9$ (15 obs. II).
2. $p_c = 33,7$ (15 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,5076$ à 21°,0.

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0,01172$ à 23°,4.

[1] Guye et Baud. *Arch. sc. ph. et nat.*, XI, p. 449, 1901.

Densité.

$d_{21^\circ,0} = 0,9657$ (Guye et Baud[1]).
$d_{23^\circ,4} = 0,9634$

Point d'ébullition.

$t_e = 168,4 - 168,6$ ss $731^{mm}6$.

Le phénétol est encore plus rapidement décomposé que l'anisol, déjà avant que la température critique soit atteinte. Les températures de disparition du ménisque et d'apparition du nuage sont notablement différentes l'une de l'autre et vont en s'écartant de plus en plus avec la durée de l'expérience, ainsi que le prouvent les chiffres suivants (non corrigés) :

Disparition.	Apparition.
374°,0	370°,3
373°,8	370°,2
374°,5	369°,8
375°,0	369°,8

etc.

Nous avons adopté comme valeur de t_c la moyenne entre la température de disparition du ménisque et celle d'apparition du nuage pour les premières observations seulement.

La décomposition du phénétol est assez rapide pour influencer les observations de p_c, pendant la durée de l'expérience, quelles que soient les précautions prises. Les valeurs de p_c vont en augmentant comme le montrent les chiffres suivants :

Série 1 : 33,9 — 34,1 — 34,1 — 34,4 — 34,5 — 34,6 — 34,6 — 34,6 — 34,7, etc.

Série 2 : 33,7 — 33,8 — 33,9 — 34,0 — 34,1 — 34,4 — 34,4 — 34,6 — 34,7, etc.

[1] Guye et Baud, loc. cit.

Considérant ces résultats, nous avons pris pour valeur de p_c les nombres 33,9 et 33,7 qui sont probablement supérieurs aux valeurs réelles.

Cet échantillon a servi à M. le prof. Louguinine pour des déterminations de chaleur de vaporisation.

8. *m. Crésol* $C_6H_4CH_3OH$ (1.3.).

Provenant de la fabrique Kahlbaum, purifié comme l'anisol.

Température critique.

$t_c = 432°,0$ (4 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 44,95$ (15 obs. II).
2. $p_c = 45,05$ (10 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,5418$ à 13°,6 (Eijkmann[1]).

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0,16767$ à 21°,1.

Point d'ébullition.

$t_e = 199°,9$ sous 731mm8

Densité.

$d_{14°,3} = 1,0384$ (Dutoit[2]).
$d_{21°,1} = 1,0329$ »

Le m. crésol est décomposé rapidement. Après deux heures de chauffe, la valeur de t_c est montée à 436°.

Cet échantillon a servi à M. Louguinine pour la détermination de chaleurs de vaporisation.

Aniline $C_6H_5NH_2$.

Deux échantillons différents ont été étudiés (A et B).

[1] Eijkmann. R. *12*, p. 177.
[2] Dutoit. Communication inédite.

9. Aniline, échantillon A.

Provenant de la maison Kahlbaum. Préparée à partir du nitrobenzène, purifiée par ébullition prolongée sur l'oxyde de plomb, distillée et redistillée deux fois sur le sodium.

Température critique.

1. $t_c = 425°,9$ (20 obs. 2348).
2. $t_c = 425°,7$ (6 obs, 2211).

Pression critique.

1. $p_c = 52,3$ (8 obs. I).
2. $p_c = 52,5$ (5 obs. I).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,5848$ à 22°.

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0,0405$ à 22°,5.

Densité.

$d_{22°} = 1,0184$ (Thorpe[1]).

Point d'ébullition.

$t_e = 181,0 - 181,1$ ss $H_o = 731^{mm}0$.

Remarques. — Le tube ayant servi à la détermination 2 de température critique a été chauffé d'une façon prolongée à 400°-420°, afin d'étudier l'action de cette haute température sur l'aniline. On a trouvé comme valeurs de t_c les températures suivantes :

Durée totale de chauffe	t_c
2 heures	426°,5
4 »	427°,6
6 »	428°,6
10 »	429°,5
17 »	431°,0
20 »	432°,0

[1] Thorpe. Soc. mars 1880.

Le contenu du tube, au début parfaitement limpide et incolore a déjà changé légèrement d'aspect après 10 heures de chauffe. Après 20 heures, il était devenu très visqueux, jaune brun, avec une belle fluorescence verte. Nous n'avons pas examiné le produit de décomposition, car cette étude nous aurait entraîné trop loin, hors du cadre de notre travail. Néanmoins, nos observations nous permettent d'affirmer que les transformations qui se produisent dans ces conditions représentent des états stables qui méritent d'être étudiés plus à fond.

Cet échantillon A avant d'être redistillé sur le sodium, nous avait donné pour t_c la valeur 427°,2. Cette différence fait bien ressortir le rôle joué par les impuretés dans la détermination des constantes critiques.

10. *Aniline, échantillon B.*

Provenant de la maison Kahlbaum et traitée comme l'échantillon A.

Température critique.

1. $t_c = 425°,4$ (8 obs. 2348).
2. $t_c = 425°,6$ (8 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 52,25$ (10 obs. I)
2. $p_c = 52,35$ (10 obs. I).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,5849$ à 22°,2.

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0,0385$ à 24°,0.

Densité.

$d_{22,2} = 1,0182$ Thorpe [1].
$d_{24} = 1,0166$.

[1] Thorpe, *loc. cit.*

Point d'ébullition.

$t_e = 180,6 - 180,7$ sous 728 mm. 2.

On voit que les deux échantillons d'aniline étudiés donnent des valeurs très concordantes de t_c, p_c et n_D, mais qu'ils diffèrent notablement l'un de l'autre, au point de vue de leur point d'ébullition et du coefficient de viscosité.

Diméthylaniline. $C_6H_5N(CH_3)_2$.

Deux échantillons A et B ont été étudiés.

11. *Diméthylaniline, échantillon A.*

Provient de la maison Kahlbaum, purifiée comme l'aniline.

Température critique

1. $t_c = 414,6$ (14 obs. 2211).
2. $t_c = 414,8$ (15 obs. 2211).

Pression critique,

1. $p_c = 35,5$ (10 obs. I).
2. $p_c = 35,3$ (10 obs. I).
3. $p_c = 35,8$ (10 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,5565$ à 23°.0.

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0,0137$ à 21°,5.

Densité.

$d_{23} = 0,9537$. Dutoit et Friderich[1].
$d_{21,5} = 0,9549$.

Point d'ébullition.

$t_e = 190,3 - 190,4$ sous 714 mm. 4.

[1] Dutoit et Friderich, *loc. cit.*, p. 116.

Ce corps se décompose rapidement. Les phénomènes ordinaires qui caractérisent les corps au point critique sont troublés. Le ménisque disparaît bien sans changer de place, au milieu du tube et progressivement, mais l'apparition du nuage, puis du liquide est tout autre qu'à l'ordinaire. Au lieu de la formation instantanée du nuage opaque, il se produit une sorte de condensation au haut du tube, puis le liquide violemment agité en tourbillons et semblant en ébullition à sa surface descend, accompagné d'un nuage dense qui semble se fondre avec lui. Ce phénomène se produit alors même que l'élévation de température à laquelle le tube est soumis a été lente et progressive. Les deux tubes étudiés ont donné lieu aux mêmes phénomènes. Si l'on répète plusieurs fois l'expérience avec un même tube, la température de disparition du ménisque et celle de l'apparition des vapeurs condensées au haut du tube s'écartent de plus en plus l'une de l'autre, ainsi que le prouvent les chiffres suivants (corrigés) :

1re Série		*2me Série*	
Disparition du ménisque	Apparition du liquide	Disparition du ménisque	Apparition du liquide
414°7	414°6	414°8	414°9
415,0	414,5	415,5	414,7
415,2	414,0	415,7	414,5
415,6	411,8	415,8	413,9
416,2	408,9	?	413,5
416,4	405,7	418,9	412,7
417,0	403,8	419,9	411,9

Dans ces conditions, nous avons pensé que les premières observations devaient seules être prises en considération, et nous avons adopté pour températures

critiques des deux séries les valeurs $t_c = 414^\circ,6$ et $t_c = 414^\circ,8$.

Après cinq heures de chauffe, la décomposition était assez forte pour que le contenu du tube fût devenu brun foncé.

12. *Diméthylaniline, échantillon B.*

Provenant de la maison Kahlbaum, purifiée comme l'aniline.

Température critique.

1. $t_c = 414,2$ (4 obs. 2348).
2. $t_c = 414,1$ (6 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 36,1$ (14 obs. II).
2. $p_c = 35,9$ (5 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,5564$ à $23^\circ,6$.

Coefficient de viscosité:

$\eta = 0,0132$ à $23^\circ,6$.

Densité.

$d_{23,6} = 0,9532$. Dutoit et Friderich[1].

Point d'ébullition.

$t_c = 190,1$ sous 723 mm. 7.

Les phénomènes sont les mêmes que ceux observés sur l'échantillon A pour les mesures de t_c.

De plus, la décomposition a eu lieu aussi en partie pendant les déterminations de p_c ; la 1re série nous a donné des valeurs constamment croissantes de 36,1 à

[1] Dutoit et Friderich, *loc. cit.* p. 116.

36,4 etc. Il est même fort probable que la valeur de 36,1 est plutôt un peu élevée. Quand à la 2me série, les cinq déterminations effectuées rapidement ont été concordantes : nous n'avons pas tenu compte des observations ultérieures qui accusaient une élévation graduelle des valeurs de p_c. De là résulte que les dernières valeurs de p_c fournies par l'échantillon B ne sont probablement pas tout-à-fait aussi exactes que celles obtenues avec l'échantillon A, surtout la série 2 dont les lectures ont été très concordantes.

13. *Diméthyl-o-toluidine* $C_6H_4CH_3\ N\ (CH_3)_2$.

Provenant de la fabrique Kahlbaum, purifiée par fractionnement. Echantillon A.

Température critique.

1. $t_c = 394{,}8$ (8 obs. 2348).
2. $t_c = 394{,}8$ (6 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 30{,}8$ (7 obs. II).
2. $p_c = 30{,}8$ (5 obs. II).

Indice de réfraction.

$$n_D = 1{,}5248 \text{ à } 23°.$$

Coefficient de viscosité.

$$\eta = 0{,}01489_5 \text{ à } 22°{,}6.$$

Densité.

$d_{23} = 0{,}9255$. Dutoit et Friderich[1].
$d_{22,6} = 0{,}9258$. » »

Point d'ébullition.

$$t_e = 182°{,}0 - 182°{,}2 \text{ sous } 718 \text{ mm. } 4.$$

[1] Dutoit et Friderich, *loc. cit.*, p. 117.

14. Un autre échantillon B, n'a été utilisé que pour la mesure de l'indice de réfraction (qui a été trouvé $n_D = 1,5242$ à $24^\circ,2$) et a été identifié avec l'échantillon A par sa réfraction moléculaire et son point d'ébulliton. Il provenait de la même maison et a été purifié de la même manière,

La diméthyl-o-toluidine est très nettement décomposée. Les phénomènes observés sont à peu près les mêmes que ceux qu'offre la diméthylaniline, mais encore plus remarquables. Si l'on essaye d'observer la température critique après 1 heure de chauffe, on voit que le ménisque au lieu de disparaître, s'épaissit au contraire, en devenant noir et opaque. En laissant tomber la température, il se transforme alors en un nuage très dense qui s'étend dans la partie inférieure du tube pendant qu'un autre se forme à la pointe. Puis tous les deux se résolvent finalement en un liquide coloré qui semble être d'un volume moindre que le liquide primitif. Les deux tubes examinés ont offert les mêmes phénomènes.

Comme on pouvait le prévoir, d'après ces observations, la valeur de p_c varie rapidement, augmentant d'une mesure à l'autre. Néanmoins, en opérant avec rapidité nous avons pu obtenir les cinq ou six premières lectures parfaitement concordantes.

Cet échantillon a servi à MM. Dutoit et Friderich[1] pour leurs mesures d'ascensions capillaires.

15. *Pipéridine*. $C_5H_{10}NH$.

Provenant de la maison Schuchardt, purifiée par la méthode habituelle, redistillée sur le sodium.

[1] Dutoit et Friderich, *loc. cit.* p. 117.

Température critique.

$t_c =$

Pression critique.

1. $p_c = 45{,}95$ (10 obs. II).
2. $p_c = 45{,}85$ (8 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1{,}4530$ à 20°,7.

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0{,}01554$ à 19°6.

Densité.

$d_{20,7} = 0{,}8602$ Brühl[1].
$d_{19,6} = 0{,}8619$.

Point d'ébullition.

$t_c = 104{,}0 — 104{,}4$ sous 729 mm. 3.

La pipéridine se décompose rapidement et les mesures de p_c mêmes, doivent être menées avec précaution et rapidité. Quoi qu'on fasse, il n'y a que les premières lectures qui concordent, les autres s'élèvent assez rapidement.

Avant d'être redistillée sur le sodium, cet échantillon de pipéridine nous avait donné pour p_c la valeur $p_c = 49{,}6$, et la décomposition en avait lieu encore plus rapidement.

On peut se reporter, à ce sujet, à ce qui a été dit pour l'aniline, échantillon A, à propos de la température critique.

16. *Acétonitrile.* CH_3CN.

Provient de la fabrique Kahlbaum.

[1] Brühl, *Ph. Ch. 16*, p. 216.

Température critique.

1. $t_c = 270°,0$ (14 obs. 2348).
2. $t_c = 270°,3$ (6 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 47,7$ (15 obs. II).
2. $p_c = 47,7$ (10 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,3417$ à 23°,6.

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0,003466$ à 23°,1.

Densité.

$d_{23,6} = 0,7785$ Dutoit et Friderich[1].
$d_{23,1} = 0,7790$ » »

Point d'ébullition.

$t_e = 79°,6$ sous 718 mm.

L'acétonitrile est stable à la température critique et donne des valeurs de t_c et p_c très concordantes.

17. *Propionitrile* C_2H_5CN.

Provenant de la fabrique Kahlbaum.

Température critique.

1. $t_c = 285,7$ (14 obs. 2348).
1. $t_c = 285,7$ (12 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 41,2$ (11 obs. II).
2. $p_c = 41,4$ (9 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,3640$ à 24°,6.

[1] Dutoit et Friderich, *loc. cit.*, p. 119.

Coefficient de viscosité.

$$\eta = 0{,}004267 \text{ à } 21^\circ.$$

Densité.

$$d_{24,6} = 0{,}7765 \text{ Thorpe}^{1}.$$
$$d_{21} = 0{,}7801.$$

Point d'ébullition.

$$t_e = 95{,}0 \text{ à } 95^\circ{,}2 \text{ sous } 722 \text{ mm. } 8.$$

18. *Butyronitrile* C_3H_7CN.

De la fabrique Kahlbaum.

Température critique.

1. $t_c = 309{,}1$ (10 obs. 2348).
2. $t_c = 309{,}0$ (12 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 37{,}5$ (12 obs. II).
2. $p_c = 37{,}3$ (10 obs. II).
3. $p_c = 37{,}3$ (10 obs. II).
4. $p_c = 37{,}4$ (10 obs. II).

Indice de réfraction.

$$n_D = 1{,}3816_5 \text{ à } 24^\circ.$$

Coefficient de viscosité.

$$\eta = 0{,}005717 \text{ à } 22^\circ{,}3.$$

Densité.

$$d_{24} = 0{,}7872 \text{ (D. et F.}^{2}\text{)}$$
$$d_{22,3} = 0{,}7888.$$

Point d'ébullition.

$$t_e = 115{,}4 - 115{,}6 \text{ sous } 739 \text{ mm.}$$

Le butyronitrile est remarquablement stable au point critique, c'est pourquoi nous l'avons choisi, comme on

[1] Thorpe, *loc. cit.*
[2] Dutoit et Friderich, *loc. cit.*, p. 121.

l'a vu, pour le contrôle des variations des manomètres au cours de nos recherches.

19, *Capronitrile*. $C_5H_{11}CN$.

Provient de la fabrique Kahlbaum. échantillon très pur.

Température critique.

1. $t_c = 348°,9$ (14 obs. 2348).
2. $t_c = 348°,6$ (14 obs. 2348).

Pression critique.

1. $p_c = 32,1$ (10 obs. II).
2. $p_c = 32,0$ (10 obs. II).
3. $p_c = 32,2$ (10 obs. II).
4. $p_c = 32,2$ (6 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,4048$ à $22°,2$.

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0,00942$ à $22°,0$.

Densité.

$d_{22°,2} = 0,7990$ Brühl [1]
$d_{22°,0} = 0,7992$.

Point d'ébullition.

$t_e = 154,4 - 154,6$ ss. 718 mm. 4.

Remarques. Lorsque la température critique est atteinte graduellement, la disparition du ménisque se fait de la manière habituelle à la place qu'il occupait dans le tube ; mais si la température s'élève rapidement, le ménisque monte dans le tube et ne disparaît qu'à une température notablement supérieure. Le capronitrile est assez stable et ne présente pas de décomposition sensible pendant la durée des observations. Néan-

[1] Bruhl, Ph. Ch. *16*, p. 216.

moins, après cinq heures de chauffe à 340° la valeur de t_c s'est abaissée de 1° environ.

20. *Benzonitrile* C_6H_5CN.

Provient de la maison Kahlbaum.

Température critique.

1. $t_c = 432°,1$ (8 obs. 2211).
2. $t_c = 428°,1$ (8 obs. 2211).
3. $t_c = 426°,2$ (6 obs. 2211).
4. $t_c = 427°,3$ (6 obs. 2211).

Pression critique.

1. $p_c = 41,6$ (15 obs. II).
2. $p_c = 41,6$ (15 obs. II).

Indice de réfraction.

$n_D = 1,5272$ à 23°,0.

Coefficient de viscosité.

$\eta = 0,01316$ à 20°,9.

Densité.

$d_{23°} = 1,0016$ (Kopp[1]).
$d_{20°,9} = 1,0035$.

Point d'ébullition.

$t_e = 187°,6$ ss $727^{mm}1$.

Remarques. — On peut se rendre compte, en comparant les résultats des quatre séries d'observations de t_c que le benzonitrile est décomposé déjà avant que la température critique ne soit atteinte. Afin de déterminer dans quel sens cette décomposition fausse les observations, nous avons chauffé le tube ayant servi à la série 4 pendant quelques heures à 420°-425°.

[1] Kopp., A. XCIV.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

Durée de chauffe	t_c
3 heures	429,5
5 »	431,0
9 »	433,5 environ.

D'après ces chiffres, la valeur de t_c augmente avec la durée de chauffe. Il est donc probable que la valeur la plus faible trouvée est la plus proche de la valeur réelle. C'est pourquoi nous avons choisi $t_c = 426^\circ,2$.

Après une chauffe prolongée entre 410 et 430°, le même échantillon a donné un produit de décomposition brun-noir et gélatineux, qui doit être un mélange ou une solution, car en laissant le tube se refroidir lentement, on trouve à sa pointe une goutte d'un liquide incolore et parfaitement transparent.

Tous ces échantillons de nitriles ont servi à M. le professeur Louguinine[1] pour ses déterminations de chaleur de vaporisation. Ils étaient remarquablement purs et ont été encore redistillés avant de servir à nos mesures.

21 et 22. *Acide propionique* C_2H_5COOH.

L'échantillon A qui nous a servi pour nos déterminations de t_c, n_D et η, provenant des Usines du Rhône, était très pur d'emblée et a été purifié encore par cristallisation à — 21°. Pour les mesures de n_D, nous avons eu en mains un autre échantillon (B) provenant de la maison Kahlbaum et que nous avons reçu trop tard pour pouvoir faire d'autres observations.

[1] Louguinine, *C. r.* *132*, 88.

Température critique.

$$t_c = 326^\circ,8 \text{ (10 obs. 2211)}$$

Pression critique.

$$p_c =$$

Indice de réfraction.

(A) $n_D = 1,3865$ à $21^\circ,4$.
(B) $n_D = 1,3859$ à $21^\circ,9$.

Coefficient de viscosité.

$$\eta = 0,01081 \text{ à } 23^\circ,2.$$

Densité.

$d_{21^\circ,4} = 0,9926$ (Kopp[1]).
$d_{23^\circ,2} = 0,9905$

Point d'ébullition.

$$t_e = 140.5\text{-}141 \text{ sous } 758^{mm}5\,^{2}.$$

L'acide propionique se décompose un peu à la température critique, mais les premières valeurs sont cependant suffisamment concordantes pour permettre une détermination assez précise de t_c.

23. *Chloroformiate d'éthyle* $ClCO_2C_2H_5$.

Provenant de la maison Kahlbaum, très pur d'emblée a été encore redistillé.

Température critique.

$$t_c < 235^\circ \text{ (2348)}$$

Le dispositif employé ne nous a pas permis de mesurer la température critique, car les trois tubes mis en expérience ont sauté avant que le mercure du thermomètre fût visible. La disparition du ménisque et l'explosion du tube étant très rapprochées, il serait

[1] Kopp. *Ann.* XCIV.
[2] Schiff. *A.* 234, p. 323.

impossible, dans ces conditions, de faire plus d'une lecture qui n'offrirait pas, à elle seule, une précision suffisante.

Pression critique.

Nous n'avons pas essayé de la mesurer, vu les dangers de l'expérience.

Indice de réfraction.

$$n_D = 1{,}3949 \text{ à } 21^\circ{,}2.$$

Coefficient de viscosité.

$$\eta = 0{,}00545 \text{ à } 21^\circ{,}1.$$

Densité.

$$d_{21^\circ,2} = 1{,}1334 \text{ (Pawlewski[1])}$$
$$d_{21^\circ,1} = 1{,}1335$$

Point d'ébullition.

$$t_e = 91^\circ{,}3—91^\circ{,}35 \text{ ss. } 729^{mm}6.$$

Eau H_2O.

Possédant un échantillon de tube en verre spécial (verre double pour manomètres de chaudières), nous avons essayé de mesurer la température critique de l'eau en utilisant notre dispositif ordinaire.

Le tube en question avait 3^{mm} d'épaisseur pour un canal intérieur de 1^{mm} de diamètre. Il avait été travaillé au chalumeau comme à l'ordinaire et recuit. Malgré ces précautions, il n'a pu résister à la pression développée et a sauté à 345°. Les fragments recueillis ont permis de constater que l'attaque du verre avait été très vive, malgré le peu de durée de l'expérience, car les parois intérieures étaient, à l'œil nu, visiblement dépolies.

(A suivre.)

[1] Pawlewski, *B. 16*, p. 2634.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 9 janvier 1902.

Th. Tommasina. Réflexion des rayons radioactifs. — E. Chaix. Erosion torrentielle post-glaciaire. — L. Duparc. Aperçu général de la tectonique de l'Oural.

M. Th. Tommasina fait une communication sur *l'existence de rayons qui subissent la réflexion, dans le rayonnement émis par un mélange de chlorures de radium et de baryum*. Etudiant celui des effets de la radioactivité qui consiste en un accroissement de la conductibilité électrique du milieu, l'auteur examine la manière dont se présente cette modification.

M. Tommasina pense que la polarisation qui doit avoir lieu sous l'action de la propagation du mouvement éthérique suffit pour expliquer le phénomène, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir dans ce cas une scission électro-chimique résultant d'une ionisation des molécules de l'air : cette dernière hypothèse ne semble pas s'accorder avec la rapidité d'apparition et de disparition du phénomène observé et avec le fait que la conductibilité n'augmente pas avec le temps pendant la durée de l'action. M. Tommasina ajoute que le phénomène n'a pas lieu seulement dans l'air, car il vient de constater que le rayonnement Becquerel augmente aussi la conductibilité des diélectriques solides tels que la paraffine et de diélectriques liquides tels que l'alcool.

M. Tommasina compare ensuite les modes de production, les propriétés communes et la nature complexe reconnue des rayons d'origine cathodique et de ceux d'origine photochimique ; puis se basant sur les dernières découvertes de M. Lénard, relatives aux propriétés électriques des rayons ultra-violets et de M. Sagnac sur les rayons secondaires, il dit que l'explication de ces phénomènes par la théorie balistique est insuffisante ; même en admettant l'émission de particules électrisées, l'ensemble du phénomène restant toujours essentiellement de nature ondulatoire éthérique.

L'auteur décrit ensuite les différents dispositifs qui lui ont permis de mettre en évidence et de séparer du rayonnement Becquerel les rayons qui subissent la réflexion.

M. Emile Chaix parle de l'érosion torrentielle post-glaciaire dans la vallée de Bagnes.

Il avait remarqué précédemment aux Houches, sur la rive droite de l'Arve, à 8 m. environ du niveau actuel de la rivière, une roche striée parfaitement intacte, qui n'avait certainement pas été soumise à l'érosion fluviale depuis la période où le glacier l'avait abandonnée.

Dans la vallée de Bagnes il put constater en plusieurs endroits la faiblesse de l'érosion torrentielle post-glaciaire sur les barrages de roches dures qui traversent la vallée.

Le barrage de la Monnaie (gneiss) se délite trop pour fournir des marques nettes.

Au-dessous de Sembrancher, une roche moutonnée s'effrite aussi trop pour conserver des stries ; mais elle ne présente pas de traces caractéristiques d'érosion torrentielle. Elle se trouve à 18 m. environ au-dessus de la Drance.

Le barrage de Fregnoley se morcelle aussi trop activement.

Au-dessus de Lourtier, en aval de La Vintzie, un promontoire rocheux (schiste de Casanna), qui dévie fortement la Drance, présente des traces nettes d'érosion torrentielle jusqu'à 10 et 12 m. au-dessus de l'eau, des stries vers 15 m. et des stries tout à fait nettes à une trentaine

de mètres. Les gens du pays disent que la Drance passait par dessus ce promontoire jusqu'à l'époque d'une grande crue en 1494; mais il ne reste pas de traces torrentielles sur ce promontoire ni sur son versant aval.

Aux rapides de La Vintzie (sch. de Casanna), la limite entre l'érosion fluviale et les stries glaciaires est remarquablement nette sur la rive gauche: elle se trouve à 6 m. seulement au-dessus de l'eau actuelle. Comme la rive droite est occupée par un grand talus d'éboulis, cela peut avoir ralenti l'érosion fluviale; cependant la rivière semble couler sur la roche en place.

En amont du barrage de La Vintzie, près des Granges-Neuves, il y a des roches moutonnées, mais qui semblent avoir été usées plus tard par l'eau.

Au bord de l'affluent qui descend du plan de Louvie se trouve une roche à stries intactes, à 4 ou 5 m. au-dessus du niveau de la rivière actuelle.

Au pont du Revers, l'érosion glaciaire est intacte à 19 m. au-dessus de l'eau.

Au pied de la cascade de Fionnay, les rochers ont des stries intactes à 65 m. au-dessus de la rivière. Le long de la cascade on peut constater que le lit de la rivière a reculé vers l'amont d'une quantité assez considérable (environ 20 mètres).

Au pied de la Tête de Fionnay, rive gauche, on voit des stries intactes à environ 10 m. au-dessus de l'eau. Ces stries ont une contre-pente d'environ 5°.

A 500 m. en amont de Fionnay, les stries sur la rive gauche sont intactes depuis 13 à 18 m.

Aux rochers de Bonatchesse, rive droite, elles le sont à 19 m.

En face du talus de débris de glace du Gétroz, l'érosion torrentielle est parfaitement nette à 7 m., l'érosion glaciaire à 27 m.; mais il y a des stries à 10 m.

Au-dessus du pont de la Petite-Chermontane, sur la rive droite, les traces d'érosion glaciaire sont franches à une vingtaine de mètres.

En face de Boussine, dans l'alpe des Vingt-huit, l'érosion

torrentielle est très nette jusqu'à 5 m. et l'érosion glaciaire absolument intacte à 22 m. au-dessus du niveau actuel de la Drance. Dans cet endroit aucun talus de débris n'a pu atténuer l'érosion.

Au pont de Lancey et plus haut, il n'y a rien de bien net.

En résumé, ces barrages montrent que l'érosion torrentielle post-glaciaire n'a pas modifié beaucoup la profondeur de la vallée, malgré la puissance considérable de la Drance.

M. Chaix a fait encore quelques observations analogues, mais beaucoup moins intéressantes, dans la vallée de Tourtemagne et à la montée du Saint-Gothard.

M. le prof. L. Duparc résume les principaux résultats des recherches qu'il a entreprises en 1900 et 1901 sur la *géologie du bassin supérieur de la Koswa*, rivière tributaire de la Kama (Oural du Nord). La zone explorée occupe un rectangle d'environ 30 kilom. sur 55. La limite sud de cette zone passe par le village de Troitsk sur la Koswa, la limite nord s'arrête aux sources de la rivière Tilaï, vers l'est elle passe un peu au delà de la ligne de partage des eaux asiatiques et européennes, vers l'ouest elle se confond avec une ligne peu éloignée de celle qui joint les villages de Troïtsk et de Werkh-Koswa.

Si, partant d'un point situé sur la Koswa entre ces deux localités, on chemine de l'ouest vers l'est, on croise successivement les formations suivantes :

1. *Première zone de devonien inférieur*. Elle est développée sur les deux rives de la Koswa, mais surtout vers l'ouest ; sa largeur dépasse vingt kilomètres ; elle forme les crêtes boisées et relativement peu élevées qui constituent les montagnes des deux rives de la Koswa, principalement de la rive droite, ainsi que celles qui lessuivent vers l'ouest. Elle est formée par des conglomérats quartzeux à petits éléments, des quartzites, puis des schistes argileux : les couches sont dirigées généralement presque NS. ; le plongement se fait vers l'est. Une observation attentive a

montré que cette zone est fortement plissée, et forme des plis synclinaux à petit rayon de courbure, parfois écrasés, déjetés régulièrement vers l'ouest. Cette formation est traversée en des points très nombreux par des roches éruptives de deux catégories : 1° des diorites et des gabbros à olivine, nettement intrusifs, et développant des phénomènes de métamorphisme évidents dans les schistes ; 2° des granits porphyres, intrusifs également, et métamorphosant profondement les schistes, qui se chargent de minerai de fer à leur contact.

2. *Zone des quartzites et conglomérats cristallins.* Elle forme une large bande de formations détritiques, conglomérats et quartzites, en partie recristallisés, et passant manifestement aux schistes cristallins métamorphiques. Cette bande s'amincit vers le nord et se termine à 30 kilomètres environ du confluent des rivières Tepil et Tilaï. Cette bande forme une longue chaîne rocheuse et en partie dénudée dont l'altitude dépasse fréquemment 1100 mètres. Ces quartzites et conglomérats cristallins sont d'âge indéterminé ; ils sont en tout cas inférieurs au devonien de la zone précédente, ils rappellent absolument des formations analogues de l'Oural du Sud classées à la base du devonien inférieur. L'auteur a pu établir que cette zone, dans son ensemble, forme une immense voûte, déjetée vers l'ouest, sans doute compliquée de replis secondaires. La Koswa traverse cette zone par une cluse avec rapides.

3. *Deuxième zone de devonien inférieur et moyen.* Appelée par M. Duparc zone de Tepil, le cours de cette rivière étant entièrement compris dans cette formation. Elle est formée par une bande de devonien moyen et de devonien inférieur, qui se termine aux sources mêmes de Tepil en se réunissant à la première zone devonienne indiquée. Cette zone forme dès sa naissance vers le N. jusqu'au confluent de Tepil, un synclinal de devonien moyen, flanqué de devonien inférieur, le synclinal est déjeté vers l'ouest et accompagné de replis secondaires. Un peu en amont du confluent de Tepil, le devonien inférieur est étiré au flanc renversé, et les dolomies noires et bituminenses du devonien moyen

entrent directement en contact avec les quartzites et conglomérats cristallins.

4. *Zone des schistes cristallins métamorphiques.* Elle vient à l'est de la précédente et est représentée par des schistes cristallins divers, principalement chloriteux ou séricitiques, généralement très quartzeux. Ils sont froissés et contournés, plongent vers l'est et forment des plis multiples masqués par la végétation. Leur âge est également indéterminé, en tout cas ils ne sont point de la série cristallophyllienne.

5. *Zone des massifs éruptifs basiques.* Elle est représentée par une série de gigantesques boutonnières de roches éruptives basiques, orientées à peu près NS., qui traversent la zone 4 en traînées discontinues et forment une succession de montagnes élevées et arides, situées sur la frontière de l'Europe et de l'Asie et plus à l'est. La région explorée comporte trois de ces grands massifs éruptifs, qui sont du sud au nord, la montagne de Kosswinsky, le Katechersky, puis la chaîne de Tilaï-Cerebransky-Kanjakowsky. L'étude de cette zone a été achevée en 1901. M. Duparc y a rencontré des roches éruptives fort curieuses et en partie nouvelles.

Le Kosswinsky est entièrement formé par une pyroxénite appelée Koswite par MM. Duparc et Pearce, et dont les caractères pétrographiques ont été déjà décrits. Le contrefort rocheux qui flanque le Kosswinsky à l'ouest, appelé Pharkowsky et Malinky-Ouwal, est formé par des gabbros à olivine peu feldspathiques, alternant avec des pyroxénites. Par contre, le contrefort rocheux qui fait suite vers le nord au Pharkowsky-Ouwal et l'éperon qui termine le Koswinsky vers le NE., sont formés par des *dunites massives nettement intrusives dans la Koswite.*

Le Katechersky est exclusivement formé par des gabbros-diorites présentant tous les types et les stades d'ouralitisation.

Quant au Tilaï-Kanjakowsky-Cerebransky, c'est une chaîne très complexe au point de vue pétrographique. Elle est formée par des pyroxénites distinctes en partie de la

Koswite, par des gabbros variés, par des gabbros-diorites d'un type particulier qui forment principalement le massif du Cerebransky; puis par des dunites massives intrusives dans les peridotites, et développées surtout aux sources de la rivière Poloudniewaïa.

La chaîne qui se trouve à 20 kilom. environ à l'est du Koswinsky-Katechersky-Tilaï porte le nom de Kalpak-Soukogorsky; elle est entièrement sibérienne. Elle est formée dans son ensemble par des roches éruptives abyssales basiques, qui se rattachent aux types du Kosswinsky et du Tilaï, surtout aux pyroxénites à olivine. La région située entre le Kosswinsky et cette dernière chaîne est couverte d'épaisses forêts. L'auteur s'est assuré qu'elle était également formée de roches éruptives dynamométamorphosées, comparables aux gabbros et aux diorites.

Séance du 23 janvier.

L. Duparc. Rapport présidentiel pour 1901.

M. L. Duparc, président sortant de charge, donne lecture de son *rapport sur l'activité de la Société* pendant l'année 1901. Ce travail contient les biographies de MM. P. Chaix, Ch. Galopin et H. Gosse, membres ordinaires, et de MM. C.-E. Cramer, A. Hirsch, H. de Lacaze-Duthiers et Ch. Maunoir, membres honoraires, décédés pendant l'année.

Séance du 6 février.

R. Chodat et Crétier. Influence du noyau pour la production des ramifications chez les algues. — R. Chodat et C. Bernard. Embryologie du Cytinus hypocystis. — R. Chodat et A. Bach. Influence des peroxydes sur les êtres vivants. — L. Duparc et Jerchoff. Plagiaplites quartzifères du Kosswinsky. — F. Pearce. Observations sur une variété de feldspath.

M. le prof. Chodat a proposé à Mlle Crétier de rechercher dans quelle mesure le noyau chez les algues intervient

directement dans la production des ramifications des poils et des rhizoides.

D'une manière générale, chez les algues vertes, filamenteuses, la production et la naissance des rameaux qu'on voit surgir au-dessous des cloisons supérieures des cellules de l'axe, est indépendante de la position du noyau.

Ce n'est que lorsque la ramification, qui est encore en continuité avec le filament principal, est déjà formée, que le noyau se porte vers l'insertion du rameau, se divise et porte chacune de ses moitiés vers le centre des deux cellules. Cette ramification est donc en quelque sorte un bourgeonnement. Ces faits ont été constatés chez les *Chaetophora*, *Stigeoclonium*, *Draparnaldia*, *Treutepohlia*.

Quant aux rhizoides, ils naissent à la façon des rameaux, mais souvent, comme dans le cas de *Draparnaldia*, le noyau se porte vers l'extrémité sensible.

Dans le cas des rhizines de *Schizogonium*, le noyau n'émigre pas. Il reste en place dans la cellule mère.

Ces rhizines ne sont en réalité pas des appareils de fixation, mais sans doute des appareils d'absorption pour l'eau.

Le disque d'adhésion d'*Oedogonium africanum* Lemm. et les papilles radicantes des *Spirogyra* n'ont montré aucune influence visible du noyau.

Il y a donc beaucoup d'exagération dans la théorie de Haberlandt, sur la fonction membranogène du noyau.

M. le Prof. Chodat rend compte d'un travail qu'il a fait faire dans son laboratoire par M. C. Bernard. L'embryologie du Cytinus hypocystis n'avait jamais été abordée sérieusement. Il était intéressant de voir si les résultats obtenus sur d'autres Hystérophytes concorderaient avec ceux que donnerait une étude détaillée de cette espèce parasite.

Les auteurs ont fait parfois de ce genre, qui ne comprend que quelques espèces, une famille spéciale ; mais, le plus souvent, il a été rangé à côté des Hydnora et des Rafflesia, dans la famille des Rafflesiacées. D'autres,

appuyant sur la présence de la colonne staminale, qui rappelle de très près la gynandrie des Asarum par exemple, ont fait de Cytinus une Aristolochiacée.

Les fleurs de Cytinus sont unisexuées ; toutes sont précédées d'une bractée médiane antérieure et de deux bractéoles latérales. La morphologie générale de ces fleurs est connue. L'ovaire infère, surmonté d'un périgone tubuleux généralement quadrilobé, se prolonge en un style terminé par une tête multilobée. Les lobes correspondent, disent les auteurs, au nombre des carpelles ; il a pu être constaté qu'il y a autant de lobes stigmatiques que de placentes (ordinairement 9). — On peut homologuer la colonne centrale de la fleur mâle au style de la fleur femelle. Elle se termine par des appendices peu développés qui ne seraient autre chose que les rudiments des lobes stigmatiques. Il y a autour du sommet 8-12, ordinairement 10 étamines sessiles à deux loges assez éloignées et rapprochées au sommet en un connectif aigu et assez proéminent.

L'ovaire a généralement 4 placenta principaux pariétaux, très ramifiés à l'intérieur de la loge. Les ramifications ultimes des placenta, que les uns ont considérés comme des funicules, sont pour nous des placentes. On a vu en effet, naître dans nombre de cas, deux ovules orthotropes côte à côte sur ce tissu. L'ovaire a finalement son sommet divisé par connivence des placentes, en un nombre variable de loges incomplètes.

La cellule mère du sac embryonnaire est sous épidermique; elle naît avant la croissance du tégument qui se développe par l'activité d'un anneau de cellules mères superficielles. Un second tégument rudimentaire, considéré par Planchon comme un arille apparaît de bonne heure également.

La cellule mère se divise en 4 cellules superposées, dont la supérieure grossit et écrase les autres. Le sac est tout d'abord normal. Les noyaux antipodiaux entrent bien vite en régression et il ne se forme jamais de cellules antipodiales. — A ce moment, ou déjà plus tôt, le nucelle divise accidentellement les cellules de sa base et constitue ainsi

un tissu qui s'avance plus ou moins dans la direction du placente et qui atteint son développement, lorsque l'albumen et l'embryon sont formés. C'est un tissu conducteur nutritif. L'albumen est à 1-3 couches de cellules homogènes. Le nucelle persiste un temps, puis s'écrase, de même que les couches internes du tégument dont la couche externe constitue le test de la semence. Malgré des recherches très attentives, il n'a pas été possible de constater la fécondation, ni même la présence d'un tube pollinique. Y aurait-t-il apogamie ?

M. Chodat présente, au nom de M. Bach et au sien, une communication prélimaire relative à l'influence des peroxydes sur les êtres vivants. On a généralement admis que ces peroxydes et en particulier l'eau oxygénée, sont incompatibles avec la vie des plantes et des animaux. Le but de cette communication est de prouver tout d'abord que cette idée est inexacte et qu'il est possible non seulement de faire vivre, mais de faire croître des végétaux dans des solutions qui contiennent des peroxydes.

Lœw, dans un travail récent, indique que dans une solution contenant 1 pr. 15000 de peroxyde d'hydrogène, le développement du bacille typhique est retardé, 1 pr. 10000 de peroxyde d'hydrogène tue les infusoires en 15-36 minutes, en solution à 1 pr. 1000, les algues sont tuées en peu d'instants et que, en injections intraveineuses, le peroxyde arrête la respiration chez les mammifères. D'ailleurs, les peroxydes d'hydrogène ne pourraient exister dans l'organisme, car celui-ci contient toujours une diastase qui décompose l'eau oxygénée et à laquelle il donne le nom de Catalase.

Pour élucider cette question, les auteurs ont établi des cultures de Penicillum glaucum dans du liquide Raulin, additionné d'eau oxygénée en diverses proportions. Ils ont constaté que jusqu'à 1/1000 la croissance a lieu et que des boules fongiques, atteignant 1 cm., se sont développées à partir des spores ensemencées. Ces boules décomposent, les premiers jours, activement le peroxyde et, par

conséquent, émettent continuellement des bulles de gaz qui s'en dégagent comme le gaz d'une fermentation. Au bout de quelques jours le dégagement s'arrête ; et à ce moment les auteurs ont constaté que sur 15 mgr. d'oxygène actif, mis en expérience, il en restait 6.5 au bout de 7 jours. Transporté dans un milieu plus riche en peroxyde, ces boules ont repris leur activité et ont immédiatement dégagé de nouvelles quantités de gaz.

Par conséquent, les auteurs sont d'avis que dans une certaine limite les peroxydes sont compatibles avec la vie des végétaux inférieurs.

Le fait que dans le liquide de culture incomplètement décomposé, le dégagement se ralentit pour disparaître finalement, tandis que transporté dans un milieu plus riche, le champignon recommence son action, semble montrer une certaine accomodation de la plante vis à vis des peroxydes.

M. le Prof. L. Duparc parle de quelques roches filoniennes curieuses trouvées par lui au Kosswinsky, et qu'il a étudiées avec M. S. Jerchoff.

Le Kosswinsky est exclusivement formé d'une pyroxénite particulière, appelée Koswite par MM. Duparc et Pearce, dont les blocs épars sont éboulés sur les pentes, ou encore le résultat d'une désagrégation *in situ* de la roche en place. Dans les excursions faites en 1900, sur le flanc SE du Kosswinsky, et à une altitude qui dépasse 1300 mètres, nous avons trouvé parmi les blocs noirâtres de Koswite des roches blanches, paraissant formées de feldspath pur, d'un grain grossier, simulant certaines aplites ou pegmatites. Les blocs, de grosse dimension, étaient sans doute le résultat du démantellement de filons situés dans le voisinage, qui traversent la Koswite, mais qui étant recouverts d'éboulis, ne sont plus visibles. A côté de ces blocs s'en trouvaient d'autres identiques, criblés de traînées d'élément noir, y formant de véritables « schlieren ».

L'an dernier, M. Duparc a retrouvé les mêmes roches

feldspathiques à l'extrémité N du flanc E du Kosswinsky, dans les premières pentes qui dominent l'éperon qui se trouve en cet endroit. Ces blocs étaient mêlés à des fragments de Koswite, et à des morceaux de dunite filonienne traversant cette dernière. Leur origine était évidemment la même ; ces blocs représentent les restants de filons démantelés, traversant ici encore la roche du Kosswinsky. En cet endroit, les variétés avec schlieren manquent complètement : les blocs en question ressemblaient à de gigantesques morceaux de sucre d'une blancheur éblouissante, présentant quelques ponctuations d'élément noir. Ce type presque exclusivement feldspathique est donc bien le plus répandu ; les variétés à traînées d'élément noir sont exceptionnelles.

L'examen microscopique de ces roches a donné les résultats suivants : Le feldspath est l'élément constitutif prépondérant ; parfois il est presque seul. C'est toujours le plagioclase qui est rencontré et jamais l'orthose ; les méthodes les plus perfectionnées n'ont pas permis de trouver un seul cristal de ce minéral. Les plagioclases sont mâclés selon l'albite et karlsbad, plus rarement selon le pericline. Ils sont toujours zonés ; la détermination d'une foule de sections faite par les faces $g^1=(010)$, les sections Sng Snm Snp, les mâcles de l'albite et de karlsbad, celles de l'albite et du pericline, ont montré que la basicite ne descend pas au-dessous de Ab3 An2, et que l'acidité maxima comporte des termes compris entre Ab et Ab5 An2. En général, l'acidité décroit régulièrement du centre vers la periphérie, ce qui tient à la présence du quartz libre.

Le *quartz* est en effet, avec le feldspath, l'élément le plus répandu ; il est très rare dans certaines sections, plus abondant dans d'autres, et soude les cristaux de plagioclases par des plages souvent cunéiformes.

Les *éléments noirs* manquent parfois complètement ; dans ce cas on ne trouve avec le quartz et les plagioclases que quelques lamelles de mica blanc incontestablement primaire. Peut-être la roche a-t-elle renfermé du mica noir en très petite quantité ; on ne retrouve à la vérité plus ce

minéral, mais la présence de quelques sections de chlorate verte, paraissant une épigénie selon p=(001) semble conforme à cette manière de voir.

Le seul élément noir rencontré est la *hornblende*, dont on ne trouve que quelques rares et petits cristaux dans chaque section ; ils sont courts et trapus, les clivages m=(110) assez nets, les contours appréciables sont formés par les faces (110) et (010). L'angle $\alpha=20°$, la bissectrice aigue=np ng-np=0.023, le polychroïsme donne : ng=verdâtre. nm=verdâtre plus clair. np=jaune verdâtre presque incolore; les mâcles selon (100) rares : quelques grains de magnétite se trouvent inclus dans la hornblende.

Dans les schlieren basiques, la hornblende égale le feldspath en abondance, celui-ci devient plus basique. le quartz disparaît ; dès qu'on s'en écarte et qu'on examine les parties feldspathiques pauvres en amphibole, le feldspath devient plus acide, et le quartz ne manque pas.

Etant donnée la rareté des blocs avec traînes d'élément noir, le véritable type de ces roches filoniennes est évidemment celui qui réalise l'association du quartz et des plagioclases, avec éléments ferro-magnésiens en quelque sorte accidentels. Il n'est pas improbable que ces derniers éléments aient été pris au passage, au détriment de la Koswite traversée, et qu'ils représentent d'anciens cristaux de pyroxène ; ouratilisés par l'action du nouveau magma acide ; la seule objection à cette manière de voir est la rareté relative dans ces roches de la magnétite si abondante dans la Koswite : mais il convient cependant d'ajouter que cette dernière roche passe fréquemment à la diallagite ordinaire très pauvre en oxydes de fer, surtout sur le flanc oriental du Kosswinsky.

Les produits secondaires sont abondants dans ces roches, surtout la zoisite et l'épidote, qui forment des grains, calés entre les feldspaths et disséminés dans leur intérieur. Les feldspaths sont très souvent kaolinisés.

Les analyses suivantes montrent la composition de ces roches curieuses :

		N° 18	N° 19	N° 1024	N° 1028
SiO_2	=	56.87	56.65	62.00	60.42
Al_2O_3	=	25.62	25.59	22.71	23.38
Fe_2O_3	=	—	0.57	0.85	0.52
CaO	=	9.55	8.22	7.12	7.68
MgO	=	0.66	0.34	0.21	0.36
Na_2O	=	6.18	6.62	6.70	6.93
K_2O	=	0.81	0.25	0.43	0.48
Perte au feu :		1.79	2.38	1.38	1.81
		101.68	100.65	101.41	101.58

N° 18 = roche feldspathique avec peu d'amphibole et très peu de quartz.

N° 19 = roche feldspathique, sans quartz avec taches d'élément noir rare.

N° 1024 = roche grenue feldspathique avec quartz et très peu d'élément noir.

N° 1028 = roche identique au n° 24.

Le magma de ces roches est remarquable par sa grande quantité d'alumine et de chaux, et par sa faible teneur en magnésie et oxydes de fer ; c'est presque la composition d'un feldspath.

Au point de vue de la place de ces roches dans la classification, il n'est guère possible vu leur composition et la rareté de l'élément noir, de les considérer comme des diorites quartzifères, filoniennes. Le nom de **plagiaplites** quartzifères leur conviendrait particulièrement, en rappelant leur nature chimique et minéralogique, comme aussi leur caractère filonien et leur parenté avec les plagioclasites.

M. F. Pearce, présente une communication sur une curieuse variété de feldspath rencontrée dans le granit du Mont-Blanc et qui a déjà été constatée à plusieurs reprises par M. le Prof. Duparc.

Ce feldspath paraît appartenir, d'après ses indices de réfraction et d'extinction et en g^1, au groupe Microcline-anorthose. Les sections $g^1 = (010)$, montrent toujours un

clivage $p = (001)$, bien marqué, des cassures h^1, et des filonnets d'albite parallèles à la trace h^1.

Sur g^1 on observe une *bissectrice aiguë* positive, l'angle des axes optiques est très petit, 60° environ, l'extinction par rapport à la trace de p se fait par la vibration négative np à $+ 9°$.

Les indices de réfraction, mesurés au réfractomètre de M. le Prof. Wallerant, donnent pour la lumière du sodium les valeurs suivantes :

$$Ng = 1.5\,287$$
$$Np = 1.5\,253$$

Ces indices sont sensiblement voisins de ceux déterminés par M. le Prof. Fouqué, pour l'anorthose de Castella banca (Iles Fayal, Açores), mais ce feldspath en diffère par le signe optique; l'anorthose est négative.

Il paraît donc d'après ces données que l'on est en présence d'une nouvelle variété, des recherches plus approfondies sont poursuivies actuellement.

Séance du 20 février.

B. P. G. Hochreutiner. Voyage botanique dans le Sud-Oranais. — A. Brun. Synthèse d'une roche acide. — A. Brun. Points de fusion de quelques minéraux. — R. Chodat et Bach. Influence des peroxydes sur la vie végétale.

M. B. P. G. Hochreutiner, communique à la société quelques-uns des résultats scientifiques de son *exploration botanique dans le Sud-Oranais.*

Après avoir indiqué la configuration du pays, il parle de la géographie botanique de cette région.

La flore des oasis et des points d'eau est très luxuriante, mais d'un intérêt bien restreint. Les espèces qui la composent sont en général des cosmopolites. Beaucoup sont sans doute des adventices amenés par les cultures. Le dattier, le laurier-rose et les tamarins sont les plantes caractéristiques de cette formation.

La flore des dunes offre beaucoup d'affinités avec l'Orient

et avec le Sud. Il est à remarquer en effet que c'est dans l'Est et vers le Sud que les dunes acquièrent leur plus grand développement et par conséquent présentent la végétation la plus variée.

La flore des montagnes est fort intéressante. On peut y distinguer 3 zones altitudinaires :

1° Une zone inférieure, 1000-1450 [1] m. environ, non boisée, sauf le long des ouadis, où l'on retrouve également des espèces échappées des régions supérieures. Cette zone est relativement pauvre, elle présente peu d'espèces caractéristiques et possède beaucoup d'analogies avec la végétation steppique de la plaine.

2° une zone moyenne, 1450-1700 m. environ, couverte en général de genèvriers oxycèdres, de genèvriers de Phénicie et de chênes verts. On trouve là un plus grand nombre d'espèces dont plusieurs sont caractéristiques pour cette région, et l'on peut déjà remarquer certaines affinités avec la flore du Maroc.

3° Une zone supérieure, 1700 à 2200 m., presque toujours boisée, avec les mêmes essences que la zone précédente. Ici les affinités avec la flore marocaine sont très frappantes et le nombre des plantes caractéristiques est considérable; parmi elles, on peut citer plusieurs espèces ou variétés nouvelles. C'est à cette altitude que l'auteur a rencontré parfois des bouquets de pins d'Alep qu'il considère comme les restes d'anciennes forêts de haute futaie.

L'élaboration des collections récoltées par l'auteur n'est pas encore complètement terminée, mais un mémoire détaillé sur ce sujet paraîtra dans l'*Annuaire du Jardin et du Conservatoire botaniques de Genève*. La communication a été illustrée par une série de projections lumineuses représentant des paysages de la région étudiée.

M. A. Brun relate les expériences qu'il a effectuées sur *la liparite et l'obsidienne*. Il montre que la cristallisation

[1] L'altitude moyenne des hauts plateaux sur lesquels s'élèvent ces montagnes est de 1000 m. environ.

des roches acides est due à une réaction chimique entre les groupements (MR_n) — $\int$ SiOOH et KOH. Il se fait élimination d'eau et cristallisation de l'orthose et du quartz.

Cette réaction ne peut avoir lieu qu'à une température voisine de 800 degrés. Au dessus il y a décomposition de l'obsidienne sans formation de cristaux, au dessous la cristallisation est tellement lente qu'il n'est pas possible de l'observer.

M. Brun a réussi a reproduire les sphérolites à croix noire avec centre individualisé en cristal, avec les propriétés optiques bien connues, et identiques aux sphérolites des liparites, porphyrites, etc. Il en montre les dessins et photographies.

Le centre du sphérolite étant individualisé, il s'en suit qu'une période de temps suffisante et un choix convenable des proportions des éléments et de la température amèneraient à la synthèse des granulites.

Le développement de cette expérience paraîtra dans les *Archives*.

M. A. Brun annonce ensuite qu'il a déterminé le point de fusion de 60 espèces minérales. Ces déterminations donnent lieu aux remarques suivantes : Dans la série des Feldspaths le point de fusion suit une marche parallèle à celle des propriétés optiques. L'anorthite fond à 1510, le labrador à 1370, l'andisine à 1280, l'oligoclase à 1260, l'albite à 1250.

Pour les feldspaths potassiques, le microcline pur fond à 1330, l'orthose à 1300; des variétés d'orthose sodifère à 1270, l'anorthose comme l'albite à 1250. M. Brun n'accepte pas les chiffres annoncés par M. Dœlter pour les points de fusion des minéraux, et donne l'exposé des causes d'erreur du procédé de l'auteur allemand.

Les séries des amphiboles et des pyroxènes ont été étudiées. Le quartz est détruit à 1780, mais fond plus haut.

M. Brun distingue entre le point de destruction du réseau cristallin et le point de fusion. Les 2 points ne coïncident pas toujours. Par exemple le réseau de

Fluorine est détruit à	1230	le point de fusion est à	1270
Trémolite	»	1090	»	1270
Disthène	»	1310	»	?
Triphane	»	1010	»	?

Le tableau complet des points de fusion mesurés paraîtra encore cette année dans les *Archives*.

M. le Prof. Chodat expose les résultats des recherches qui ont été poursuivies avec la collaboration de M. Bach sur l'influence des peroxydes sur la vie végétale.

Les auteurs avaient constaté que la croissance d'un champignon, le *Penicillum glaucum*, est compatible avec la présence de 1 pour 900 d'eau oxygénée et que dans ces conditions le champignon décompose le peroxyde tout d'abord avec une intensité croissante puis semble s'accommoder à ces nouvelles conditions et ne catalyse plus le peroxyde qu'avec lenteur.

Cette découverte a été vérifiée sur de nouvelles cultures de *Penicillum*, de *Rhizopus nigricans* et de *Sterigmatocystis nigra;* 27 cultures pures ont été mises entrain en présence de doses variées de peroxyde d'hydrogène. De ces nouvelles recherches, il résulte que la germination des spores et le développement des deux dernières espèces se fait en présence de doses plus fortes de peroxydes. Les auteurs ont constaté que la limite de concentration est au dessous de 1 pour 500[1] car à cette concentration on obtient des cultures encore très vigoureuses des deux dernières espèces.

Dans une nouvelle expérience on a voulu déterminer avec précision la quantité de gaz qui se dégage pendant la croissance du *Rhizopus nigricans* qui s'est montré le plus apte à se développer rapidement dans l'eau oxygénée. Le gaz se dégageait par une tubulure mise en communication avec un petit flacon laveur contenant de la potasse caustique pour retenir le CO_2. Le gaz venait refouler l'eau d'un

[1] Pour le *Sterigmatocystis nigra*, la limite de concentration est au-dessus de 1 p. 100.

eudiomètre mis en communication avec un vase communiquant qui permettait d'équilibrer la pression. Cet appareil était placé dans un thermostat à la température de 22° c.

Au bout de 68 heures on trouvait que le volume était de 16,7 cc., à 0° et à la pression de 760 mm.

L'analyse au moyen du permanganate a montré qu'il restait encore 7 mmgr. d'oxygène actif. ce qui, ajouté aux 23,9 mmgr. d'oxygène donne 31,45 mmgr. Or on avait introduit dans le milieu de culture (solution de Raulin) 40 mmgr. d'oxygène actif. Le flacon laveur n'ayant pas augmenté sensiblement de poids on est forcé d'admettre que le restant d'oxygène est resté dans le flacon laveur soit à l'état de solution soit à l'état de produits oxydés.

Les lectures faites ont montré que aussi dans cette expérience l'optimum de catalyse apparait assez rapidement. Au bout de 16 h. il n'y a encore que 4 cc. ; dans les 8 heures qui suivent il y a le même volume dégagé, et durant les 22 h. subséquentes qui, à la norme précédente, auraient dû correspondre à 11 cc. il n'y à plus que 7 cc. et dans le même temps subséquent la quantité diminue encore pour descendre à 4, 5 cc. (chiffres non corrigés). Or comme la croissance va en s'accélérant. cette fonction catalytique ne coïncide pas avec cette fonction. Les auteurs serreront de près cette question si intéressante de l'accommodation.

Les auteurs ont expérimenté également sur l'ethylhydroperoxyde $C^2H^5HO^4$; introduit dans les cultures aux mêmes doses d'oxygène actif, il a empêché tout développement.

Les cultures submergées du *Penicillum* ont présenté un singulier phénomène dans les solutions les plus concentrées. Au lieu de produire un mycelium lâche, le champignon, dans ces conditions, a produit une espèce de sclérote à filaments enchevêtrés, à cellules courtes et plus épaisses. C'est donc le contraire d'un étiolement. Dès que la dose diminue, on voit partir de ce sclérote un lacis fin formant une auréole autour du pseudo-parenchyme en forme de Clathrus. Les autres espèces présentent égale-

ment un retard de croissance en longueur et la formation de boules plus denses.

De ces premières recherches les auteurs pensent pouvoir tirer les conclusions suivantes.

Contrairement à l'opinion courante d'après laquelle il ne peut y avoir formation de peroxydes dans les phénomènes de l'assimilation ou de la respiration, les peroxydes comme dans les autres phénomènes d'oxydation lentes sont un premier terme des oxydations et par conséquent de la respiration aerobie.

Le ferment que Lœw a nommé catalase réduit à un minimum la quantité du peroxyde d'hydrogène ; cette propriété des végétaux de décomposer d'une manière progressive l'eau oxygénée n'est pas seulement une propriété accidentelle, mais répond à une nécessité. La difficulté de mettre en évidence les petites quantités de peroxydes qui se forment dans les végétaux s'explique ainsi et sans doute la quantité d'oxygène actif qui entre en réaction dans les phénomènes de respiration est sensibilisée par une action accessoire qui rend l'oxydation des substances ternaires possible (peroxydase).

La possibilité de faire croître des végétaux en présence des peroxydes montre clairement que le peroxyde d'hydrogène tout en diminuant l'étiolement c'est-à-dire en ralentissant l'allongement, n'abolit pas les phénomènes de croissance et de vie en général et que les objections faites à la théorie de la formation de peroxydes durant le chimisme de la cellule, ne peuvent se baser sur cette opinion démontrée fausse que l'organisme ne saurait exister en présence de ces corps.

Des recherches ultérieures montreront dans quelle mesure ces résultats sont applicables aux végétaux supérieurs.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

H. Geitel. Ueber die Anwendung der Lehre von den Gasionen auf die Erscheinungen der atmosphærischen Elektricitæt, Braunschweig, Fried. Vieweg u. Sohn.

Nous tenons à signaler tout de suite cette publication qui reproduit l'exposé magistral présenté par M. Geitel à la dernière réunion des naturalistes et médecins allemands à Hambourg, du point de vue nouveau que M. Elster et lui ont introduit dans la science pour expliquer les phénomènes encore si obscurs de l'électricité atmosphérique. Nous ne pouvons mieux faire comprendre l'intérêt que présente ce mémoire, qu'en renvoyant le lecteur à l'article que M. Geitel a bien voulu rédiger lui-même pour les *Archives* et qui a paru dans notre dernier numéro.

Ad. Wernicke. Lehrbuch der Mechanik in elementarer Darstellung, mit Anwendungen und Uebungen aus den Gebieten der Physik und Technik. Erster Theil, zweite Abtheilung, Statik und Kinetik des Starren Körpers.

Edité par F. Vieweg & Sohn, Brunswick, ce traité de mécanique en est à sa quatrième édition qui est complètement revue et mise au niveau de l'enseignement actuel. Le volume dont il s'agit complète la première partie et renferme la statique et la dynamique du corps solide. L'auteur, en commençant le premier chapitre fait remarquer qu'on pourrait juger à propos de le prendre pour point de départ et qu'il a cherché à le rendre aussi indépendant que possible de ce qui précède, mais ce qui suit

exige qu'on ait le premier volume à sa disposition à cause de fréquents renvois.

La statique comprend la composition des forces appliquées au corps solide, le centre de gravité, les liaisons et le frottement. La dynamique, traite de la translation, de la rotation autour d'un axe fixe et enfin du mouvement le plus général d'un corps solide et d'un système de corps. Ce qui donne à l'ouvrage une valeur particulière, c'est le grand nombre d'applications qui y sont traitées à la suite de chacun des chapitres que nous avons énumérés, ainsi que des problèmes dont l'énoncé seul et la solution sont donnés. Citons l'application de la dynamique à la marche d'un train en tenant compte de la résistance de l'air et celle de la statique à la détermination de la charge des fermes d'un toit d'après la méthode de Ritter. L'ouvrage est élémentaire en ce sens que le calcul intégral n'y est pas employé. C'est peut être regrettable en certain cas où une notable simplification en résulterait, comme lorsqu'il s'agit des centres de gravité ou des moments d'inertie, mais c'est probablement une condition imposée par le degré de connaissances mathématiques des élèves. Quoiqu'il en soit on trouvera dans ce volume un important développement des questions pratiques qui dépendent de la mécanique.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

J. Siegrist. Sur la vitesse de précipitation électrolytique du cuivre en présence de l'acide sulfurique (*Z. anorg. Ch.*, 26, 273-321, Zurich).

Au-dessous d'une certaine concentration, la séparation du cuivre est monomoléculaire. Pour une concentration très élevée, elle suit la loi de Faraday. Si on exprime par dx la quantité de métal déposée dans le temps dt, et par a-x celle qui reste en dissolution, on a le rapport :

$$\frac{dx}{dt} = K\,(a-x)^n$$

n. qui vaut 0 dans les fortes concentrations et 1 dans les faibles, parcourt, par la dilution, toutes les valeurs possibles entre ces deux nombres.

Quant à la grandeur K, elle est très variable.

R. Gnehm et A.-W.-E. Gansser. Sur les dérivés de l'acide gallamique (*J. pr. Ch.* [2] 63, 77-93, 29/1 [4/1], Zurich).

I. Action des dérivés de l'acide gallique sur les éthers des aminophénols.

Les auteurs ont ainsi obtenu l'éther éthylique du gallamino-*p*-phénol ($HO_3C_6H_2CONH - C_6H_4OC_2H_5$, l'éther méthylique correspondant, l'éther méthylique du gallamino-*o*-phénol, etc.

II. Action des dérivés de l'acide gallique sur les amines aromatiques. On prépare de cette manière l'α et la β gallonaphtylamides. Avec l'aniline, on obtient la gallanilide, avec le chlorhydrate de *p*-phenylènediamine, la phénylènedi-*p*-gallamide.

III. Dérivés de l'acide gallamique.

Parmi ces combinaisons on peut mentionner la monobromogallamide, $C_6HBr(OH)_3CONH_2$, la dibromogallamide $C_6Br_2(OH)_3CONH_2$, le tribromogallamino-*p*-aminophénétol $C_6Br_3(OH)_3CONH - C_6H_3BrOC_2H_5$, le triacétylgallamino-*p*-phénétol $(C_2H_3O\ O)_3 - C_6H_3CONHC_6H_4OC_2H_5$.

IV. Matières colorantes dérivées du bleu de gallamine.

Avec l'éther éthylique du gallaminophénol et la nitrosodiméthylaniline, on obtient un colorant de la composition $C_{23}H_{21}O_5N_3$. Le bleu de monobromogallamine se forme à côté du bleu de gallamine en traitant la monobromogallamide par le chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline. Le tribromogallaminophénétol fournit une matière colorante bleue analogue.

A. Oswald. Sur la thyréoglobuline (*Ztschr. phys. Ch.*, 32, 124-44 [16/1], Zurich).

L'auteur a retiré autrefois de la glande thyréoïde du porc la thyréoglobuline. En répétant ses expériences avec

ce même organe pris chez d'autres mammifères et chez l'homme, il est arrivé à cette conclusion que sa teneur en carbone, hydrogène, azote et soufre est constante; la quantité d'iode seule varie. Il pense que ce n'est qu'au moment où le principe colloïdal se forme dans les cellules folliculaires que la thyréoglobuline non iodée renfermée dans ces dernières se convertit en thyréoglobuline iodée et physiologiquement active. C'est ce qui expliquerait pourquoi les strumes parenchymateuses sans matière colloïdale ne contiennent également pas d'iode, tandis que les strumes colloïdales en possèdent beaucoup.

BIOLOGIE

F.-A. Forel. Le Léman, monographie limnologique, t. III, 1re livraison, Lausanne, F. Rouge, éditeur, 1902.

Le public scientifique attendait avec impatience la suite du beau livre de M. Forel sur le Léman. Cette impatience vient d'être partiellement satisfaite par l'apparition de la première livraison du tome III. Nous aurons l'occasion d'y revenir quand l'ouvrage sera complet, mais nous ne voulons pas tarder un jour de plus à donner cette bonne nouvelle à nos lecteurs. Nous nous bornons donc pour aujourd'hui à cette annonce, d'autant plus que l'éloge ici est superflu, le sujet et le nom de celui qui le traite, c'est assez pour renseigner le lecteur avide des choses de la nature. Qu'il nous suffise de dire que ce dernier volume contient ce qui a trait à la biologie du lac et que la seconde livraison, qui complète le tome III, ne tardera pas à paraître.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

FÉVRIER 1902

Le 1er, très forte bise le matin jusqu'à 7 h. du soir; elle atteint une vitesse de 70 kilom. à l'heure vers 10 h. du matin; neige et grésil de 9 à 10 h. du matin.

2, brouillard depuis 4 h. du soir.

3, brouillard le matin et le soir; un peu de neige à 9 h. 20 m. du soir.

4, neige dans la nuit; hauteur : 2cm.0; brouillard le soir.

5, brouillard à 10 h. du soir.

6, pluie à 10 h. du matin et depuis 7 h. du soir.

7, pluie dans la nuit et pendant toute la journée.

8, pluie dans la nuit et à 10 h. du matin; fort vent à 10 h. du matin.

9, pluie de 1 h. à 4 h. et depuis 9 h. du soir.

10, pluie à 10 h. du soir.

11, neige depuis 1 h. du soir.

12, quelques flocons de neige à 4 h. du soir.

13, neige dans la nuit; neige et pluie pendant toute la journée; hauteur : 11cm.0; brouillard le matin.

14, neige à 10 h. du matin et depuis 4 h. du soir; hauteur : 6cm.5.

15, neige à 10 h. du matin et à 4 h. du soir; forte bise de 4 h. à 9 h. du soir.

16, forte bise pendant la journée.

17, brouillard à 7 h. du matin; couronne lunaire.

18, brouillard à 10 h. du matin.

19, brouillard jusqu'à 10 h. du matin.

21, brouillard à 7 h. du matin.

22, très forte gelée blanche et brouillard le matin.

23, très forte gelée blanche le matin; couronne lunaire le soir.

24, gelée blanche le matin; pluie depuis 4 h. 45 m. du soir.

25, pluie dans la nuit, à 7 h. du matin et à 7 h. du soir; brouillard enveloppant le matin.

26, pluie dans la nuit; léger brouillard le matin.

27, brouillard le matin et le soir; pluie depuis 8 h. 30 m. du matin; nouvelle neige sur le Salève et les Voirons.

28, brouillard le matin; pluie depuis 10 h. du matin.

Hauteur totale de la neige : 19cm.5 en 3 jours.

GENÈVE — FÉVRIER 1902

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	20.4	18.1	21.1	20.96	- 6.49	18.1	26.5	NNE. 4	NNE. 4	NNE. 1	NNE. 3	**31.3**	10	10	10	10	...	0.1	....
2	23.5	23.7	25.3	23.72	- 3.69	22.1	25.6	NE. 1	ENE. 1	SE. 0	var.	3.3	10	10	10	10	...	....	....
3	24.8	23.4	23.1	23.97	- 3.39	22.0	25.7	SE. 0	S. 0	SW. 0	calme	1.1	10	10	10	10	...	1.6	...
4	23.2	23.7	25.3	23.91	- 3.40	23.1	25.4	S. 0	N. 0	N. 0	calme	1.0	10	10	10	9	1.0	....	....
5	25.2	25.8	24.8	25.33	- 1.93	24.7	26.4	E. 1	N. 1	N. 1	calme	1.1	10	7	8	8	3.5	...	....
6	21.2	19.4	19.2	20.35	- 6.86	17.1	24.3	SE. 0	N. 1	NE. 0	calme	1.0	10	10	10	10	...	11.0	15
7	17.6	16.5	16.4	17.11	- 10.05	16.1	18.6	E. 1	N. 0	SSW. 1	var.	3.0	10	10	10	10	...	6.1	6
8	15.5	20.0	21.6	18.30	- 8.81	15.5	21.5	SW. 1	SSW. 1	SSW. 1	var.	2.9	10	10	1	8	...	3.4	3
9	17.3	15.0	13.1	**16.11**	- **10.94**	**13.1**	20.2	S. 1	WSW. 1	WNW 1	var.	2.5	10	10	10	10	0.3	4.1	6
10	17.9	18.4	18.1	17.69	- 9.31	15.0	19.1	S. 0	WSW 1	SSW. 1	SSW. 1	4.1	10	2	10	5	**7.9**	2.1	2
11	21.1	22.0	23.6	21.80	- 5.14	19.5	23.7	S. 0	N. 1	N. 0	N. 1	3.1	10	10	10	10	...	3.6	5
12	23.6	22.6	20.0	22.34	- 4.54	19.1	23.7	N. 0	N. 1	N. 1	N 1	3.5	10	9	10	10	0.3	9.2	9
13	15.9	16.6	18.2	16.92	- 9.90	15.8	18.3	N. 1	N. 1	N. 0	N 1	3.4	10	10	10	10	...	14.2	10
14	18.9	19.6	22.5	19.94	- 6.82	18.5	22.7	NE. 1	NE. 0	SSW. 1	var.	2.3	10	10	10	10	...	8.7	10
15	24.4	24.7	26.1	4.76	- 1.94	23.2	26.1	NE. 0	ENE. 1	NNE. 2	NNE. 1	3.1	10	10	10	10	...	1.1	1
16	23.5	23.0	23.0	23.57	- 2.07	22.8	25.6	NNE. 3	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 2	14.6	10	10	10	10	...	....	...
17	21.7	21.7	23.3	22.29	- 3.29	21.7	23.3	S. 0	NW. 1	WSW 1	var.	3.1	10	3	10	8	3.7	....	...
18	24.3	25.3	26.1	25.05	- 1.47	23.7	26.1	S. 0	N. 0	SW. 1	var.	3.1	10	10	10	10	...	....	....
19	25.2	24.4	24.6	24.91	- 1.55	24.2	26.0	S. 0	N. 1	N. 1	NNE. 1	5.6	10	10	10	10	0.9	....	...
20	26.4	27.3	28.7	27.03	+ 0.64	24.8	**29.5**	N. 1	NNE. 1	W. 0	NNE. 1	8.3	10	3	0	4	3.9	....	....
21	29.2	28.7	28.9	**28.83**	+ **2.50**	27.9	29.4	ESE. 1	SE. 1	E. 0	ESE. 1	2.9	10	1	0	3	4.8	...	....
22	28.9	28.2	28.7	28.52	+ 2.25	27.7	28.9	S. 0	S. 0	S. 0	var.	3.3	10	8	0	6	3.9	....	...
23	28.8	27.1	26.4	27.49	+ 1.29	26.2	28.8	S. 0	S. 0	W. 0	var.	3.3	5	3	0	3	7.1	...	....
24	24.0	21.9	20.0	22.53	- 3.61	19.6	26.1	SW. 1	SW. 0	W. 0	var.	3.1	10	10	10	10	...	2.3	2
25	18.1	17.1	17.5	17.85	- 8.23	16.8	19.5	SW. 1	NW. 0	NW. 0	calme	1.2	10	9	10	10	0.3	0.9	2
26	18.6	18.1	17.6	18.11	- 7.90	17.4	18.9	N. 0	N. 1	N. 0	var.	1.2	10	8	1	9	2.6	....	....
27	15.8	16.8	19.4	17.53	- 8.42	15.8	20.0	N. 0	S. 1	NW. 0	var	2.5	10	10	2	8	...	25.6	8
28	20.9	19.4	17.5	19.04	- 6.85	16.5	20.9	SW. 0	W. 1	SW. 0	var.	1.9	10	10	10	10	...	**28.8**	13
Mois	21.99	21.73	22.15	21.99	- 4.85							4.42	9.8	8.3	7.8	8.7	40.2	122.8	92

GENÈVE — FÉVRIER 1902

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 0.4	- 3.4	- 2.4	- 1.81	- 2.26	- 4.0	+ 0.9	86	95	95	91	+ 6	86	95	4.1	- 0.4	1560
2	- 3.8	- 2.5	- 2.5	**- 3.00**	- 3.51	- 4.2	- 1.6	95	78	86	88	+ 4	78	95	...	.....	1435
3	- 3.8	- 0.4	+ 0.3	- 2.11	- 2.69	**- 4.8**	+ 0.7	94	88	82	88	+ 4	81	94	4.6	- 0.2	1405
4	- 1.2	+ 2.4	+ 1.1	+ 0.44	- 0.21	- 1.7	+ 4.5	92	82	85	87	+ 3	82	92	4.1	- 0.7	1400
5	- 2.0	+ 1.0	- 1.8	- 0.37	- 1.09	- 2.4	+ 2.4	87	81	92	84	0	72	92	4.0	- 0.8	1380
6	- 2.0	+ 3.6	+ 5.4	+ 1.55	+ 0.75	- 2.2	+ 6.9	96	77	94	90	+ 6	77	96	4.5	- 0.3	1425
7	+ 6.1	+ 7.8	+ 8.7	**+ 7.58**	**+ 6.71**	+ 5.7	+ 9.9	97	90	90	92	+ 8	85	97	4.7	- 0.1	1415
8	+ 8.5	+ 6.0	+ 6.0	+ 7.49	+ 6.54	+ 5.0	**+10.0**	83	62	59	74	- 9	51	90	5.0	+ 0.1	1490
9	+ 3.8	+ 3.8	+ 6.6	+ 4.85	+ 3.82	+ 3.1	+ 7.0	66	86	80	74	- 9	50	90	...	.....	1515
10	+ 3.6	+ 9.4	+ 6.6	+ 6.06	+ 4.95	+ 3.4	+ 9.4	77	44	46	60	-23	**10**	85	5.0	+ 0.1	1480
11	+ 0.6	+ 2.3	- 0.8	+ 1.25	+ 0.05	- 0.9	+ 6.0	96	64	100	83	0	64	96	5.2	+ 0.3	1565
12	- 0.6	+ 1.6	+ 1.4	+ 0.41	- 0.87	- 1.0	+ 2.8	96	79	87	91	+ 8	79	96	4.7	- 0.2	1430
13	- 0.2	+ 0.8	+ 0.4	+ 0.32	- 1.05	- 0.2	+ 1.7	100	92	100	96	+14	92	100	4.8	- 0.1	1395
14	+ 0.4	+ 1.2	- 0.4	+ 0.35	- 1.11	- 0.5	+ 2.0	95	93	96	95	+13	92	96	4.5	- 0.4	1375
15	- 1.6	- 0.4	- 2.8	- 1.71	- 3.06	- 3.2	+ 0.3	92	85	90	92	+10	85	94	4.7	- 0.3	1345
16	- 2.6	- 2.1	- 3.4	- 2.74	**- 4.38**	- 4.0	- 1.9	92	91	91	90	+ 8	80	93	..	...	1325
17	- 4.0	- 0.8	- 1.4	- 2.05	- 3.79	- 4.2	+ 1.0	95	74	92	88	+ 6	74	96	4.0	- 1.0	1255
18	- 2.4	+ 2.4	+ 1.2	+ 0.01	- 1.82	- 3.3	+ 3.5	96	76	85	87	+ 6	75	96	4.1	- 0.9	1210
19	+ 1.0	+ 3.4	+ 2.4	+ 2.13	+ 0.20	+ 0.3	+ 4.5	90	74	78	82	+ 1	74	90	4.6	- 0.5	1245
20	+ 2.0	+ 3.3	- 0.6	+ 2.00	- 0.03	- 1.2	+ 4.4	72	66	89	76	- 5	66	92	4.7	- 0.4	1220
21	- 0.8	+ 4.4	- 0.8	+ 0.66	- 1.47	- 2.6	+ 4.8	95	81	92	88	+ 7	81	95	4.6	- 0.5	1230
22	- 3.0	+ 0.8	- 0.8	- 0.81	- 3.04	- 4.2	+ 4.8	100	83	89	91	+10	74	100	4.7	- 0.5	1225
23	- 4.0	+ 5.6	- 0.2	+ 0.46	- 1.87	**- 4.8**	+ 7.6	91	57	95	76	- 4	47	91	...	....	1215
24	- 0.4	+ 5.8	+ 2.2	+ 1.95	- 0.49	- 1.8	+ 6.3	89	66	93	81	+ 1	66	90	4.7	- 0.5	1240
25	+ 1.8	+ 5.7	+ 4.4	+ 3.81	+ 1.27	+ 1.6	+ 9.8	96	72	93	87	+ 7	72	96	4.9	- 0.1	1190
26	+ 1.0	+ 5.9	+ 4.9	+ 4.77	+ 2.12	+ 2.9	+ 7.6	83	82	86	86	+ 6	80	92	5.0	- 0.3	1225
27	+ 3.0	+ 4.8	+ 3.0	+ 3.74	+ 0.98	+ 1.3	+ 6.5	96	100	97	95	+16	88	100	5.3	0.0	1195
28	+ 1.8	+ 4.3	+ 3.4	+ 2.84	- 0.03	+ 1.3	+ 5.0	95	93	100	96	+17	93	98	4.9	- 0.5	1250
Mois	+ 0.16	+ 2.74	+ 1.40	+ 1.36	- 0.24			91	79	88	86	+ 4			4.65	- 0.37	1342

MOYENNES DE GENÈVE. — FÉVRIER 1902

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	21.58	21.16	20.65	20.71	20.40	19.96	20.60	20.91	20.75
2e »	22.54	22.29	22.49	22.98	22.73	22.78	23.48	23.60	22.86
3e »	23.35	23.02	23.03	22.96	22.16	21.60	21.76	22.01	22.48
Mois	22.43	22.09	21.99	22.16	21.73	21.44	21.96	22.19	21.99

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 1.67	+ 1.24	+ 0.96	+ 2.03	+ 2.77	+ 2.84	+ 2.62	+ 2.40	+ 2.07
2e »	— 0.41	— 0.65	— 0.74	+ 0.18	+ 1.17	+ 0.86	+ 0.10	— 0.53	— 0.02
3e »	+ 0.36	+ 0.22	+ 0.30	+ 1.99	+ 4.66	+ 5.11	+ 3.16	+ 1.61	+ 2.18
Mois	+ 0.55	+ 0.27	+ 0.16	+ 1.36	+ 2.74	+ 2.78	+ 1.87	+ 1.13	+ 1.36

Fraction de saturation en %.

1re décade	89	88	87	81	78	76	77	85	83
2e »	89	90	92	87	79	86	89	91	88
3e »	92	93	93	89	79	77	85	92	87
Mois	90	91	91	85	79	80	84	89	86

Dans ce mois l'air a été calme **435** fois sur **1000**.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{75}{25} = 3.00$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. **17°.9** E.
Son intensité est égale à **29.5** sur **100**.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

	mm
Pression atmosphérique..... ..	721.96
Nébulosité	8.6
Température $\frac{7+1+9}{3}$...	+1°.43
Température $\frac{7+1+2\times 9}{4}$...	+1°.42
Fraction de saturation.....	86 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér..	(1836-1875)	726.84
Nébulosité.....	(1847-1875).	6.7
Hauteur de pluie..	(1826-1875).	36mm.5
Nombre de jours de pluie.	(id.).	8
Température moyenne...	(id.).	+1°.60
Fraction de saturat.	(1849-1875).	82 %

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

FÉVRIER 1902

Le 1er, neige; brouillard et fort vent pendant l'après-midi.
2, neige le matin et à 1 h. du soir.
3, neige le soir.
4, neige le matin; brouillard l'après-midi.
6, neige l'après-midi.
7, neige l'après-midi.
8, neige.
9, neige le soir.
10, neige.
11, neige à 1 h. du soir.
12, neige.
13, neige et brouillard.
14, brouillard l'après-midi.
15, brouillard.
16, neige à 7 h. du matin.
17, neige.
23, grande sécheresse de l'air : l'hygromètre à lecture directe indique 0 à 7 h. du matin et 6 à 1 h. du soir, et l'hygromètre enregistreur 12 et 22 aux mêmes heures.
27, brouillard le matin et le soir; neige à 1 h. du soir.
28, neige l'après-midi.

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

GRAND SAINT-BERNARD — FÉVRIER 1902

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm,	mm.	mm.									mm.	cm.
1	55.0	52.5	56.1	54.5	- 5.9	**52.0**	56.2	SW. 1	SW. 2	SW. 1	SW. 1	9	10	10	10	12.7	16
2	56.8	57.0	58.8	57.5	- 2.9	56.5	59.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	0	7	7.0	10
3	59.3	58.6	57.5	58.5	- 1.9	57.0	59.3	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	1	7	10	6	1.0	2
4	55.4	55.4	57.0	55.9	- 4.4	55.4	57.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	3.8	8
5	58.2	59.2	61.2	59.5	- 0.8	57.5	61.2	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
6	60.2	59.1	59.0	59.4	- 0.8	58.5	60.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	10	10	7	...	....
7	58.1	56.7	55.9	56.9	- 3.3	55.0	58.4	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	9	10	10	10	9.3	10
8	54.5	54.5	56.4	55.1	- 5.1	54.5	56.4	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	7	7	7	7	17.5	16
9	54.2	53.3	52.7	**53.4**	- **6.8**	52.7	55.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	1	9	10	7	...	....
10	53.0	53.8	54.6	53.8	- 6.3	53.0	55.0	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	3	1	0	1	10.5	8
11	55.5	55.2	56.1	55.6	- 4.5	55.2	56.6	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	10	8	7	3.9	5
12	57.4	57.7	56.8	57.3	- 2.8	55.0	57.7	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	7	3	7	6	8.5	7
13	53.5	53.2	53.9	53.5	- 6.5	53.2	54.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	9.0	8
14	54.0	54.1	54.3	54.1	- 5.9	54.0	54.3	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	10	10	8	....	....
15	54.2	54.0	55.0	54.4	- 5.6	54.0	55.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	....	....
16	54.4	55.6	56.1	55.4	- 4.6	54.4	56.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	7	7	8	11.8	13
17	56.4	56.9	57.3	56.9	- 3.0	56.3	57.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	6	5	6	6	6.7	7
18	58.0	58.5	59.2	58.6	- 1.3	57.9	59.2	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	3	0	0	1	....	....
19	58.4	58.9	59.5	58.9	- 1.0	58.4	60.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	2	1	....	....
20	61.1	61.7	63.2	62.0	+ 2.1	61.0	63.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	7	3	2	4	....	....
21	62.3	62.2	62.8	62.4	+ 2.6	62.0	62.8	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
22	62.0	63.2	63.0	62.7	+ 2.9	62.0	63.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
23	63.0	63.0	63.2	**63.1**	+ **3.3**	63.0	**63.4**	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	2	1	....	....
24	60.6	59.1	57.8	59.2	- 0.6	57.0	62.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	7	8	6	....	....
25	55.2	54.8	55.0	55.0	- 4.7	54.8	55.8	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	9	5	7	7	....	....
26	55.4	55.6	56.2	55.7	- 4.0	55.4	56.3	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	0	3	4	....	....
27	56.4	56.2	57.6	56.7	- 3.0	56.2	57.6	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	...	....
28	57.9	57.6	55.0	56.8	- 2.9	55.0	57.9	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	10	10	8	**22.1**	**18**
Mois	57.16	57.06	57.54	57.25	- 2.99							5.1	5.9	6.0	5.7	123.8	128

GRAND SAINT-BERNARD — FÉVRIER 1902

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 6.3	-11.1	-12.1	- 9.8	- 0.8	-12.5	- 6.0	95	95	95	95	85	98
2	-11.7	-11.3	-12.9	-12.0	- 2.9	-12.4	-11 0	95	95	95	95	90	98
3	-12.7	-11.1	-11.4	-11.7	- 2.7	-12.9	-10 6	82	85	90	86	80	92
4	-12.5	-10 1	-13.5	-12.0	- 3.0	-13.7	- 9.1	90	91	89	90	88	92
5	-13.1	- 8.1	- 9.5	-10.2	- 1.2	-14 0	- 5.6	61	41	49	50	19	85
6	-10.5	-10.5	-10.4	-10.5	- 1.4	-10.8	-10 0	66	87	90	81	50	92
7	- 3.7	- 6.1	- 3.7	- 4.5	+ **4.5**	- 9.5	- 3.5	97	95	96	96	90	98
8	- 4.1	- 2.1	-10.9	- 5.7	+ 3.3	-11.0	- 1.5	96	89	73	86	65	98
9	- 9.5	- 8.8	- 6.4	- 8.2	+ 0.7	-12.0	- 6.0	20	87	93	67	20	95
10	- 8.6	- 5.8	-12.3	- 8.9	+ 0.1	-13.5	- 3.5	83	70	48	67	33	90
11	-10.4	- 7.1	- 9.3	- 8.9	0.0	-10.9	- 6.9	85	79	95	86	62	96
12	- 8.3	- 6.5	- 8.9	- 7.9	+ 1.0	- 9.0	- 5.9	85	79	92	85	63	92
13	- 8.5	- 6.2	- 5.4	- 6.7	+ 2.2	- 9.0	- 5 9	95	97	98	97	94	98
14	- 8.2	- 4.9	-10.1	- 7.7	+ 1.1	-10.5	- 4.0	90	86	95	90	62	95
15	-14.5	-13.2	-16.9	**-14.9**	**- 6.1**	**-17.3**	-12.0	94	94	90	93	89	95
16	-10.7	- 5.6	- 5.7	- 7.3	+ 1.5	-17.0	- 5.5	95	95	97	96	94	97
17	- 6.5	- 6.4	- 8.5	- 7.1	+ 1.6	- 8.9	- 6.5	96	91	85	91	75	97
18	-10.9	- 6.8	-10.3	- 9.3	- 0.6	-11.5	- 4.0	80	70	82	77	52	88
19	-11.7	- 7.1	- 9.1	- 9.3	- 0.6	-12.5	- 5.5	66	57	70	64	19	86
20	- 9.3	- 8.5	- 8.3	- 8.7	- 0.1	- 9.5	- 8.0	95	92	78	88	55	96
21	-10.3	- 7.9	-11 9	-10.0	- 1.4	-12.7	- 4.0	56	66	95	72	56	95
22	-11.6	- 4.6	- 9.9	- 8.7	- 0.1	-13.8	- 2 0	62	17	18	32	12	95
23	- 8.1	- 2.5	- 5.3	- 5.3	+ 3.2	- 8.3	- 2.0	6	14	19	**13**	**6**	25
24	- 3.1	- 1.8	- 7.5	- **4.1**	+ 4.4	- 8.0	- **1.0**	19	27	81	42	15	90
25	- 8.1	- 6.0	- 6.3	- 6.8	+ 1.6	-10.1	- 5.9	95	89	91	92	69	95
26	- 5.5	- 2.9	- 5.9	- 4.8	+ 3 6	- 6.5	- 1 5	99	66	80	82	60	99
27	- 8.1	- 7 1	- 6.9	- 7.3	+ 1.0	- 8.3	- 6.5	100	100	100	100	98	100
28	- 8.9	- 5.3	- 6.1	- 6.8	+ 1.5	- 9.8	- 5.0	90	89	89	89	85	90
Mois	- 9.12	- 6.98	- 9.12	- 8.11	+ 0.20			78	77	81	79		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — FÉVRIER 1902

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %.**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	56.47	56.01	56.92	56.47	78	83	82	81
2e »	56.29	56 58	57.14	56 67	88	84	88	87
3e »	59.10	58.96	58.82	58.96	66	59	72	66
Mois	57.16	57 06	57.54	57.25	78	77	81	79

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\ 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 9.27	— 8.50	— 10.31	— 9.36	— 9 60
2e »	— 9.90	— 7.23	— 9.25	— 8 79	— 8.91
3e »	— 7.96	— 4.76	— 7.47	— 6.73	— 6.91
Mois	— 9.12	— 6.98	— 9.12	— 8.41	— 8.59

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{19}{66} = 0.29$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° W.
Son intensité est égale à 56.0 sur 100.

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	133.2	149 9	129.0	128.0	134.5	123.5	138.0

Station	VERNIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	123.4	122.8	122.2	101.6	98.0	144.8

Durée totale de l'insolation à Jussy : 44h.3

F.-J. MICHELI

Influence de la température sur la dispersion des radiations ultra-violettes dans le Sel gemme, la Fluorine, le Quartz et la Calcite.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I

Les chiffres spécifient les longueurs d'onde exprimées en $\mu\mu$.

Les raies courtes correspondent toujours au spectre projeté par le prisme froid, les raies longues à celui projeté par le prisme chaud.

Fig. 1. Raies les plus réfrangibles du spectre de l'Al. photographiées à travers la fluorine. Cliché n° 48.

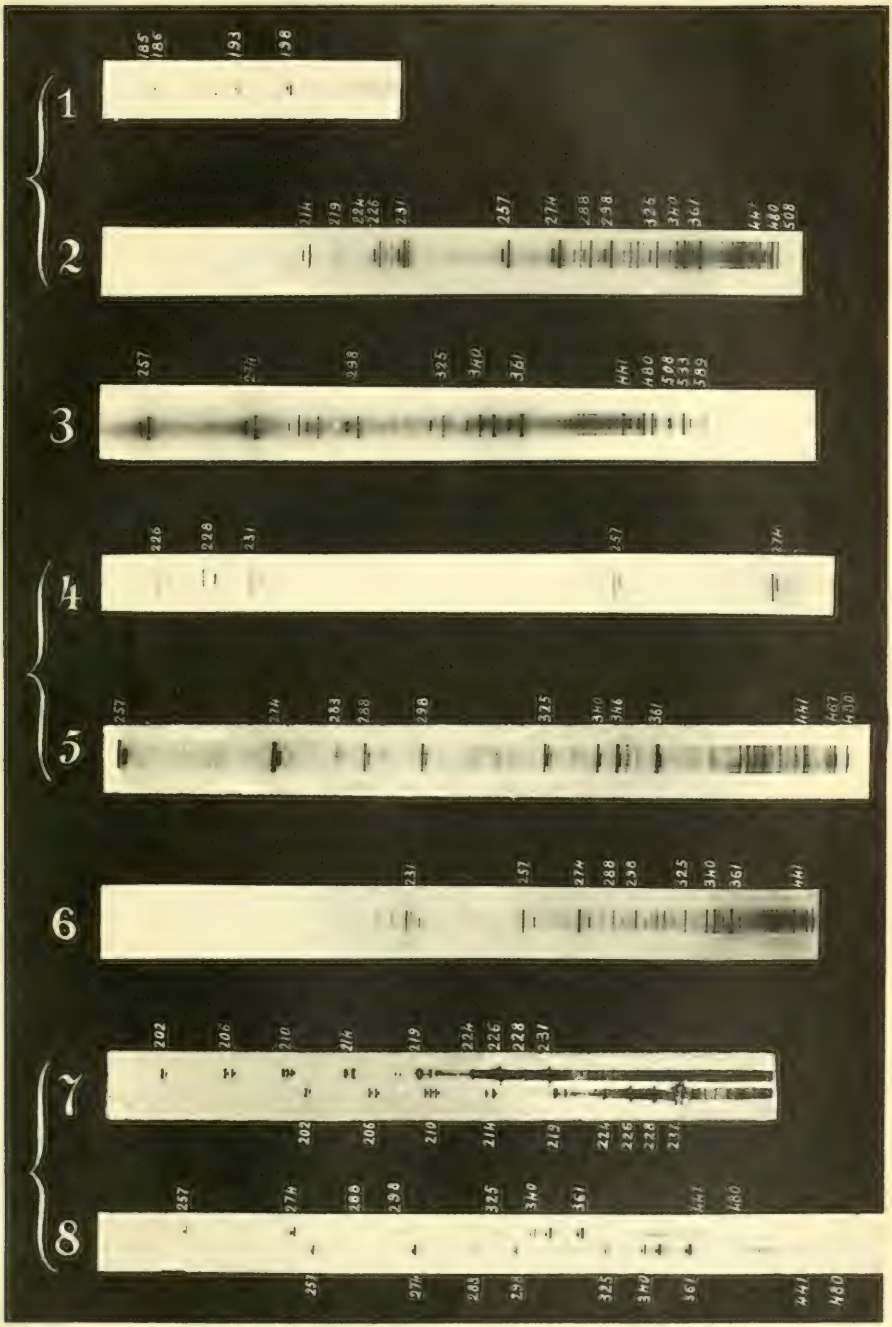
Fig. 2. Spectre du Cd photographié à travers la fluorine. Cliché n° 35.

Fig. 3. Spectre du Cd et raie du Na photographiés à travers le sel gemme sur une plaque Miethe. Cliché n° 44.

Fig. 4 et 5. Spectre du Cd. photographié à travers la calcite (rayon ordinaire). Clichés n°s 36 et 33.

Fig. 6. Spectre du Cd. photographié à travers la calcite (rayon extraordinaire). Cliché n° 30*a*.

Fig. 7 et 8. Spectre du Cd. photographié à travers le Quartz (rayons ordinaire et extraordinaire). Cliché n°s 56 et 60.


1
185
186
193
198
2
214
219
224
226
231
257
274
288
298
325
340
361
441
480
508
3
257
274
298
325
340
361
441
480
508
533
589
4
226
228
231
257
274
5
257
274
283
288
298
325
340
346
361
441
467
480
6
231
257
274
288
298
325
340
361
441
7
202
206
210
214
219
224
226
228
231
8
257
274
288
298
325
340
361
441
480

SUR LES CONDITIONS DANS LESQUELLES CERTAINS CORPS PRENNENT LA TEXTURE SCHISTEUSE

PAR

W. SPRING

J'ai signalé, il y a déjà quelques années [1] que la compression seule ne suffit pas pour produire *la texture schisteuse* des roches ou de certains corps solides.

Un solide soumis à une pression égale en tous sens (pression hydrostatique) de près de 20,000 atmosphères, ne prend pas la texture schisteuse s'il est complètement homogène, tant au point de vue physique qu'au point de vue chimique. De nombreuses expériences ont prouvé, au contraire, que si l'on comprime la poudre d'un corps, on trouve celle-ci soudée en un bloc d'autant plus homogène, plus solide, que la plasticité de la matière est plus grande. Il y a là, certainement, l'opposé de la production de la *schistosité*.

On est naturellement conduit à penser que deux effets aussi exclusifs que celui de la division d'un solide en feuillets et celui de la soudure de grains de pous-

[1] Sur l'origine de la fissilité des phyllades et des schistes. *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3me série, t. XXXV, pp. 31-34, 1898.

sière en un bloc continu, ne peuvent pas avoir la même cause. Il faut que dans l'un ou l'autre cas intervienne un facteur déterminant la direction du résultat définitif.

J'ai déjà montré (*loc. cit.*) que si l'on comprime une poudre qui manque d'homogénéité, la soudure n'a pas lieu d'une façon égale dans toute la masse. Il demeure alors des lieux, ou des tranches, moins bien réunis, correspondant aux points où se trouvent concentrées les substances moins adhésives, surtout si la pression a lieu de manière que la matière puisse fluer ou glisser, ne fut-ce que d'une façon à peine perceptible, dans une direction donnée.

En un mot, la production de la schistosité, sous l'influence de la pression, paraît subordonnée à deux conditions d'ordre négatif : le défaut d'*homogénéité de la matière* et l'absence d'une *compression hydrostatique*.

J'ai désiré m'assurer si le défaut d'homogénéité qui a dû exister dans les roches argileuses, à l'époque où elles ont pris la texture schisteuse, est encore décelable aujourd'hui, au moins dans certaines d'entre elles.

Partant d'une idée suggérée par l'étude de l'*influence de la lumière et des composés ferriques sur les matières humiques en suspension ou en dissolution dans l'eau*[1], j'ai pensé que les sédiments formés au fond d'une eau calme, non brouillée par des actions quelconques, ne sauraient être homogènes, malgré toutes les apparences. Leur composition doit varier périodiquement avec les successions de lumière et d'obscurité. En effet, l'insolation déterminant les com-

[1] *Archives*, 4e période, 1898, t. V, pp. 5-26.

posés ferriques, contenus dans l'eau, à oxyder les matières humiques et à les faire passer à un état dans lequel elles sont moins solubles, la proportion de ces matières déposées au fond de l'eau devra inévitablement être plus forte après un temps d'éclairage et plus faible après un temps d'obscurité. Les alternatives du jour et de la nuit s'inscriront donc dans les sédiments par la modification périodique de la composition.

Si une forte compression a pu avoir lieu alors, durant un temps insuffisant, on conçoit qu'une masse schisteuse ait pu se former, ses feuillets étant d'autant plus fins que les changements de composition étaient plus rapprochés. La matière humique doit être regardée comme une *substance intercalaire*, empêchant la prise en masse des sédiments, si l'on juge de la facilité avec laquelle la présence d'un végétal fossilifié, voire d'une simple feuille, favorise le clivage de la roche à l'endroit où il a été emprisonné.

Si ces spéculations ne sont pas vaines, on peut s'attendre à voir les schistes (ou phyllades) dans lesquels les substances carbonées n'ont pas disparu totalement par voie d'oxydation ou autrement, présenter des différences de composition à la surface et dans l'épaisseur des feuillets.

Pour m'assurer de la chose, j'ai raclé, à l'aide d'un couteau, la surface fraîche du clivage de schistes noirs des environs de Spa et j'ai dosé la proportion de carbone contenue dans la poudre en brûlant celle-ci, dans un tube, à l'aide de chromate de plomb. J'ai pulvérisé ensuite les échantillons de schiste raclés et j'y ai dosé le carbone de la même manière. Trois essais ont été faits de la sorte : ils ont montré qu'*effectivement la*

surface des feuillets de schiste est plus riche en carbone : elle en renferme, en moyenne, 1,50 °/₀, tandis que la masse du schiste n'en contient que 1,10. Il y a donc près d'*un tiers* de carbone de plus à la surface des feuillets de ces schistes que dans leur masse. Cette différence énorme mérite de fixer l'attention[1].

J'ai vérifié ensuite si la présence de substances humiques empêche vraiment l'argile de se prendre en masse sous l'influence de la pression.

A cet effet, j'ai étendu une mince couche d'*argile pure* sur le fond d'une cuvette en porcelaine et j'ai versé par dessus, de l'eau noire provenant d'une tourbière. Après évaporation de l'eau, j'ai étalé une deuxième couche d'argile sur la première et ainsi de suite, de façon à avoir des couches d'argile alternant avec des matières humiques. Quand le tout fut desséché au point de ne plus contenir que 5 à 6 °/₀ d'eau, j'y ai découpé des carrés de quelques centimètres de côté et ceux-ci ont été soumis à une forte compression, entre deux plateaux de fer, dans un appareil à vis. La matière n'étant pas soutenue latéralement a flué et s'est amincie considérablement, *sans que les feuillets limités par la substance carbonée, se fussent confondus :* il s'est formé une masse imitant véritablement la schistosité, mais dont la solidité laissait à désirer.

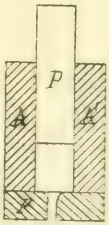
Un contre essai entrepris au moyen de couches d'argile superposées sans intercalation de matières carbonées a conduit, dans les mêmes conditions, à une lame homogène non schisteuse.

[1] Il est inutile de dire que les schistes, ou phyllades, dans lesquels la proportion de composés ferriques a été suffisante pour détruire totalement, ou peu s'en faut, les matières carbonées qu'ils pouvaient contenir à l'origine, n'entrent pas en compte ici.

Si ces faits permettent de regarder les sédiments naturels comme ayant dû manquer d'homogénéité, dès leur origine et être préparés, en quelque sorte, en feuillets, ils conduisent néanmoins à une difficulté fondamentale dans l'explication de la disposition actuelle des roches schisteuses. Ils postulent, en effet que les feuillets des schistes, ou le plan de clivage de la roche, *soient parallèles à la stratification*, celle-ci devant être, de son côté, parallèle au plan de l'eau dans laquelle les sédiments se sont déposés. Or, on sait qu'en règle générale, la direction du clivage des schistes est indépendante de celle de la stratification. Il s'agit donc de s'assurer si ces deux conditions contraires peuvent être conciliées, ou non. C'est ici qu'intervient le second facteur de la schistosité : l'*absence d'une compression hydrostatique*, ainsi qu'on va le voir par les expériences que je désire encore faire connaître.

J'ai vérifié si des feuillets, parallèles, d'une substance quelconque, peuvent prendre une direction indépendante de celle qu'on leur a donnée à l'origine, à la suite d'une compression accompagnée d'un *flux* de la matière.

J'ai pris les dispositions suivantes : une boîte carrée A A' (fig. ci-contre), en acier, de 6 centimètres de haut, à parois épaisses pour assurer une rigidité complète, servait de compresseur. Un piston carré P s'y mouvait exactement. Le fond F de la boîte était percé d'une fente de 4 millimètres de largeur et d'une longueur égale à l'épaisseur du piston (12^{mm}). J'ai empilé, dans une première série d'essais, de minces lames de plomb, à plat, sur le fond



de la boîte. Ces lames avaient été graissées, pour empêcher qu'elles ne se soudassent l'une à l'autre pendant la compression. En exerçant sur le piston un effort suffisant, au moyen d'un appareil à vis, le plomb a passé par la fente F et formé une bande d'une certaine longueur. Cette bande était entièrement *feuilletée* et les feuillets étaient parallèles, cette fois, aux parois de la fente ; ils avaient donc pris *une direction perpendiculaire à celle qui leur avait été donnée dans le principe*. La figure suivante reproduit, à une échelle amplifiée,

l'aspect d'une section longitudinale faite dans cette bande. Elle montre comment les feuillets se sont incurvés, tout en s'étendant, pour passer par la fente.

J'ai traité ensuite, de la même manière, une pile de lamelles d'argile séparées l'une de l'autre par un dépôt de substances humiques ainsi qu'il a été dit plus haut. Le résultat a été le même si on le considère dans son ensemble : les matières humiques ont empêché l'argile de se mouler en une masse unique ; elles ont conservé les *joints* et la direction de ces derniers est également devenue perpendiculaire à la direction primitive. Toutefois, comme l'argile presque sèche, est loin d'avoir la malléabilité du plomb, les feuillets n'avaient pas glissé l'un sur l'autre sans se déchirer en plus d'un point ; ils n'ont donc pas formé un produit aussi réussi que les lames de plomb. Néanmoins, la direction des feuillets se trouvait nettement accusée sur la section longitudinale de la bande d'argile, par les matières humiques qui y avaient tracé, en lignes noires, les joints successifs des couches.

Ces essais montrent, d'une part, qu'une intercalation de matières humiques dans l'argile empêche celle-ci de former une masse compacte, unique, et, d'autre part, que la direction de la schistosité dépend moins de celle de la pression que de celle de l'écoulement de la matière. La direction de la fissilité des schistes, dans la nature, est en somme, celle du dernier mouvement fait par le terrain sous l'influence de la pression. Si deux ou plusieurs mouvements ont eu lieu successivement dans des directions différentes, chacun se sera inscrit, à son tour, dans la masse et au lieu de schistes ou de phyllades, clivables dans une seule direction, on pourra avoir affaire à des textures plus ou moins bacillaires.

*
* *

Il n'est pas inutile de rappeler comment on a envisagé, jusqu'ici, la formation des feuillets et plus particulièrement leur orientation, sous l'influence de la compression.

Justus Roth, résumant les travaux faits sur ce sujet, dans son *traité de Géologie générale et chimique* (t. II, p. 15, note 3) dit que la schistosité développée lors de l'écoulement d'une substance plastique par un orifice, est *le fait de la pression des parois* et non de celle qui fait avancer la matière, de sorte que l'on devrait regarder la direction de la schistosité comme étant toujours perpendiculaire à la pression. Plus tard, Jannettaz[1] a admis que dans la compression des solides, l'attraction des parties n'a pas toujours lieu dans la

[1] *Bull. de la Société chim.* (2) t. 41, p. 117, 1884.

direction de la pression, mais, quand les pressions sont fortes, perpendiculairement à celles-ci.

Je crois donc devoir insister sur le fait constaté ici, que la direction de la schistosité n'est pas nécessairement en relation directe avec la pression, mais bien avec le mouvement possible de la matière.

*
* *

Je passe, à présent, à la relation de quelques expériences complémentaires.

S'il est établi, par ce qui précède, que la présence de matières humiques inégalement réparties dans une argile, ou dans un sédiment, peut produire la schistosité, il n'en résulte, en aucune façon, que d'autres substances ne pourraient pas produire le même résultat. Il est particulièrement utile, même, d'examiner à cet égard, le rôle que l'eau peut jouer, parce que l'eau est inséparable des terrains de sédiment. J'ai repris, en conséquence, mes essais en soumettant à un écoulement sous pression, de l'argile à divers degrés d'humidité et même de l'argile absolument sèche. Voici, en résumé, les résultats obtenus :

L'argile desséchée à 150° jusqu'à constance de poids, donc l'argile *physiquement sèche*, a refusé de s'écouler sous pression, même sous un effort qu'on peut estimer égal à 10,000 atmosphères (plus élevé, par conséquent, que les pressions probables des temps géologiques). La substance avait formé un bloc homogène, dur et d'une grande résistance, mais qui manquait de plasticité ; quant à la schistosité, il n'en était pas question.

J'ai préparé ensuite de l'argile humide en expo-

sant de l'argile sèche, de poids connu, dans une atmosphère saturée d'humidité et déterminant l'augmentation de poids, de temps en temps.

Après trois mois, l'argile n'a plus absorbé d'eau (la température a varié de 18° à 26°) ; elle en avait pris la quantité énorme de 17,7 % sans être devenue, cependant, facile à malaxer. Comprimée dans l'appareil à fente, elle s'est écoulée *en un ruban homogène* qui ne montrait aucun vestige de schistosité. En soumettant alors, à la compression, des échantillons de moins en moins humides, j'ai constaté qu'une proportion d'eau de 5 à 6 % donnait un résultat positif satisfaisant. L'argile s'écoule alors par la fente de l'appareil en donnant des feuillets qui se détachent facilement l'un de l'autre et qui font voir, d'une manière remarquable, *les surfaces de glissement*, luisantes, d'aspect un peu onctueux, que l'on observe si souvent dans les schistes naturels. Il ne s'est, toutefois, pas formé de feuillets de dimensions notables, par suite de chocs particuliers qu'éprouvait la matière et qui brisaient le ruban en formation.

Comment la schistosité a-t-elle pu se produire dans cette substance qui avait toutes les apparences d'une homogénéité parfaite ? Il est facile de s'en rendre compte si l'on tient compte d'un fait que j'ai signalé dans un autre travail[1]. L'argile humide peut, à certains égards, être assimilée à une solution saturée dont la formation serait accompagnée d'une augmentation de volume des constituants. Si on la soumet à une com-

[1] Sur la perméabilité de l'argile. *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXVIII, p. M. 123, 1901.

pression suffisante, *elle perd de son eau*, comme la solution comprimée abandonne une partie du sel dissous. J'ai montré le fait en comprimant de l'argile humide dans un vase poreux placé dans de l'eau et en notant sa *dessiccation* dans ce milieu. Cela étant, l'argile mise en œuvre dans les expériences actuelles, a dû se comporter de même et de l'eau a dû devenir libre en des points donnés. Mais alors l'homogénéité est rompue et l'argile peut glisser, en ces points, sur elle-même et se laminer d'autant plus facilement que les surfaces de glissement se trouvent lubréfiées par l'eau. Il est clair que si la proportion d'eau est trop grande dans l'argile, la compression ne pourra produire ces effets : la masse passera par la fente du compresseur avant que la force nécessaire à l'élimination de l'eau se réalise. On pourra peut-être dire aussi que si l'argile *sèche* avait la propriété de fluer sous pression, la schistosité ne se produirait pas davantage, puisque de l'eau ne saurait alors s'éliminer.

*
* *

Occupons-nous, à présent, d'un autre fait.

On a cité, aussi, comme preuve de la production de la schistosité par la compression seule, que les métaux étirés ou laminés, notamment le fer, prenaient une texture fibreuse qui serait à assimiler à la schistosité.

Il importe donc de s'assurer si, également ici, n'intervient pas un défaut d'homogénéité dans le métal comme cause principale du phénomène.

A cet effet, j'ai soumis des fragments de fer fibreux à l'action du chlore, à une température suffisant, au juste, à l'élimination du chlorure ferrique par la vola-

tilisation. En opérant assez lentement pour éviter tout entraînement mécanique de la matière, on obtient, après le départ du fer, comme résidu, un squelette silicieux d'une ténuité extrême reproduisant fidèlement la texture fibreuse elle-même du métal. Un examen à la loupe ne laisse subsister aucun doute sur le fait que les soi-disant fibres du métal *étaient engagées dans un réseau de scories*. Les fibres ne sont donc pas le résultat immédiat de l'étirage ou du laminage du métal, mais elles sont un accident dû à un défaut d'homogénéité de la matière travaillée.

En vue de vérifier cette conclusion, j'ai pressé de la *rapure de plomb*, imprégnée d'huile, pour rompre le contact du plomb au plomb, dans un cylindre dont le fond était percé d'un trou de 2 millimètres de diamètre. Il s'est formé, naturellement, un long fil de plomb, mais qui n'était pas compact ; il était *fibreux* dans toute sa longueur. En le ployant plusieurs fois en un même point, on l'*effilochait* avec facilité. Chaque grain de plomb s'était donc étiré, en passant par l'orifice du cylindre, comme dans une filière, mais, n'ayant pu se souder à ses voisins par suite de l'interposition de l'huile, il est resté détaché, de sorte que l'ensemble du fil reproduisait réellement la texture fibreuse.

Il me sera permis encore de citer, à l'appui de ce qui précède, un travail de Marpmann[1] qui montre également le rôle joué par une substance hétérogène dans le développement de la texture schisteuse. Il s'agit, cette fois, *de l'air* qui peut être emprisonné dans les sédiments et qui fonctionne, d'après l'auteur, comme une substance d'intercalation.

[1] *Neues Jahrbuch für Min. & Geol.*, 1899, I, p. 93.

Ayant comprimé de la poudre fine, humide, de substances terreuses, dans une boîte métallique, Marpmann vit que toutes les fois que le piston empêchait l'air de s'échapper, il se formait des « pierres dont le noyau était composé de couches feuilletées de quelques millimètres d'épaisseur », tandis que des pressions exercées avec des pistons perforés donnaient des pierres très dures, de structure uniforme, à grains fins, qui se brisaient très difficilement en donnant des fragments irréguliers.

L'auteur attribue, en conséquence, à la présence de l'air un rôle prédominant dans la production de la texture schisteuse. Cette conclusion est peut-être trop absolue ; l'air n'agit, sans doute, que parce qu'il rompt l'homogénéité de la matière comprimée et non par sa nature propre, car les expériences citées dans cette note montrent que d'autres substances remplissent le même office.

Conclusions.

On peut conclure, je crois, de ce qui précède, que la texture schisteuse n'est pas une conséquence immédiate d'une forte compression de la matière alors même que cette compression aurait eu lieu avec écoulement et déplacement du solide.

L'attraction des particules comprimées n'a pas lieu d'abord dans la direction de la pression comme plusieurs expérimentateurs l'ont pensé, pour devenir finalement perpendiculaire à celle-ci, quand la pression a dépassé une certaine limite. Dans le cas d'une pression *hydrostatique*, on n'observe aucun changement

dans l'orientation de l'attraction des particules comprimées, même quand la pression monte aux dernières limites qu'elle peut pratiquement atteindre.

La fissilité, ou le clivage, d'une masse formée par compression est la conséquence d'un défaut d'homogénéité de la matière. Les diverses substances se soudent plus ou moins facilement sous forte pression. Si l'on comprime donc un mélange hétérogène au point de vue de la solidité et si, alors, les circonstances permettent un certain *laminage*, ou un écoulement même de courte durée, l'orientation des régions de solidité différente aura lieu parallèlement à la direction de l'écoulement et la texture schisteuse sera réalisée.

Cette texture est donc subordonnée, à la fois, à un défaut d'homogénéité de la matière et à un défaut d'égalité de la pression en tous sens, bien plus qu'à la pression elle-même envisagée comme telle.

La nature des matières occasionnant le défaut d'homogénéité peut être quelconque ; il s'ensuit nécessairement que la schistosité ne sera pas le propre d'une formation pétrographique déterminée : elle pourra se rencontrer dans les formations plutoniennes aussi bien que dans les formations neptuniennes ; elle ne devra faire vraiment défaut que dans les terrains qui se distinguent par une homogénéité particulière, au cas où les autres conditions n'auraient pas manqué.

Liège, janvier 1902.

SUR LE MÉCANISME

DE LA

FORMATION DES PYRROLS

à partir des sels de l'acide mucique.

PAR

Amé PICTET et **Albert STEINMANN**[1]

On sait que l'un des modes d'obtention du pyrrol repose sur la distillation sèche du mucate neutre d'ammoniaque. La décomposition a lieu selon l'équation suivante :

$$\begin{array}{l} CHOH\text{-}CHOH\text{-}CO_2NH_4 \\ | \\ CHOH\text{-}CHOH\text{-}CO_2NH_4 \end{array} = \begin{array}{l} CH{=}CH \\ | \\ CH{=}CH \end{array} > NH + 2CO_2 + NH_3 + 4H_2O$$

Cette réaction, découverte en 1860 par Schwanert[2], a été étendue après lui à la préparation de toute une série de pyrrols substitués à l'azote. Les mucates des bases organiques primaires se comportent, en effet, à la distillation comme le mucate d'ammoniaque et fournissent des composés dans lesquels l'hydrogène imidi-

[1] Extrait de la thèse de doctorat de M. A Steinmann : *Sur quelques dérivés du pyrrol*, Genève 1901.

[2] Schwanert, *Annalen der Chemie*, **116**, 278.

que du pyrrol est remplacé par le radical de la base employée. C'est ainsi que l'on a obtenu les méthyl, éthyl et amylpyrrols[1], le phénylpyrrol[2], les deux naphtylpyrrols[3], le pyridylpyrrol[4], etc.

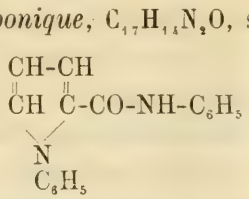
Mais si cette réaction a été souvent utilisée, son mécanisme est resté jusqu'ici peu connu, et l'on ne sait guère quelles sont exactement les actions chimiques qui entrent en jeu, ni dans quel ordre elles se succèdent. La détermination de ce point, d'un certain intérêt théorique, semblait pouvoir se faire en isolant et en caractérisant les produits intermédiaires ou accessoires de la réaction.

C'est à ce point de vue que nous avons étudié l'action de la chaleur sur le mucate neutre d'aniline.

Lorsqu'on soumet ce sel à la distillation sèche, ainsi que l'a fait Köttnitz, en le chauffant fortement dans une cornue sur le bain de sable, il passe d'abord de l'eau, puis de l'aniline, enfin une substance qui se solidifie dans le récipient et qui est un mélange de phénylpyrrol avec une petite quantité d'un autre corps. On peut facilement séparer ces trois derniers composés en acidifiant le produit par l'acide chlorhydrique et en y faisant passer un courant de vapeurs d'eau. Le phénylpyrrol est seul entraîné et il reste dans le ballon une solution de chlorhydrate d'aniline et une substance solide que l'on n'a plus qu'à filtrer et à faire cristalliser dans l'alcool bouillant pour l'obtenir à l'état de pureté.

[1] Bell, *Berichte* **9**, 956; **10**, 1862.
[2] Köttnitz, *Journal für prakt. Chemie* (2) **6**, 148.
[3] Long, Thèse de doctorat, Genève 1897.
[4] Pictet et Crépieux, *Berichte* **28**, 1904.

Nous pensions avoir dans ce dernier corps l'*anilide phénylpyrrolcarbonique*, $C_{17}H_{14}N_2O$, soit :



Ce composé pouvait, à notre avis, constituer un des produits accessoires de la réaction. L'analyse nous a montré qu'il n'en était rien ; le corps possède la composition, le point de fusion (235°) et toutes les autres propriétés de la *diphénylurée symétrique*, $CO(NHC_6H_5)_2$ [1].

Analyse : 0,2549g. subst. — 0,6894g. CO_2 — 0,1318g. H_2O
0,2724g. subst. — 33,5 cc. N (16,5° ; 717mm)

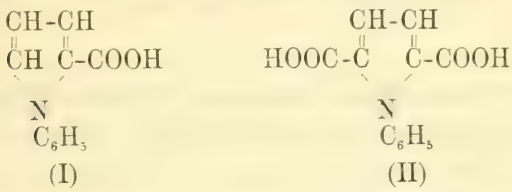
	Trouvé	Calculé pour $C_{13}H_{12}N_2O$
C	73,76 %	73,58 %
H	5,75	5,66
N	13,44	13,21

La diphénylurée ne saurait être un produit de décomposition intermédiaire entre le mucate d'aniline et le phénylpyrrol. Sa formation ne peut donc jeter aucun jour sur le mécanisme de la réaction : elle est due sans doute à une action secondaire de l'anhydride carbonique sur l'aniline.

Pour obtenir les produits intermédiaires, il était nécessaire d'arrêter à mi-chemin la décomposition du mucate. Nous y sommes parvenus en chauffant ce dernier, pendant une heure environ, à 240° seulement. A cette température, la masse fond en prenant une cou-

[1] M. Rudstein a, depuis lors, dans mon laboratoire, trouvé l'anilide en question (pt de fus. 176°) dans les eaux-mères de la cristallisation de la diphénylurée. Elle prend donc bien naissance, quoique en très faible quantité, dans la distillation du mucate d'aniline. A. P.

leur foncée ; il ne se dégage presque que de l'eau et fort peu d'aniline et de phénylpyrrol. Après refroidissement, on pulvérise la substance et on la traite par un courant de vapeurs d'eau pour éliminer les produits volatils. Le résidu renferme alors, ainsi que nous l'avons constaté, les sels d'aniline (en partie aussi les anilides) de deux nouveaux acides : les acides *n-phénylpyrrol-α-carbonique* (I) et *n-phénylpyrrol-αα'-dicarbonique* (II) :



Ce résidu se dissout, en effet, partiellement dans les alcalis ; si, à la solution alcaline filtrée, on ajoute de l'acide chlorhydrique, l'acide monocarbonique I se précipite, tandis que l'acide dicarbonique II, plus soluble, reste dans les eaux-mères et peut en être retiré, sous la forme d'un dépôt cristallin, par concentration du liquide.

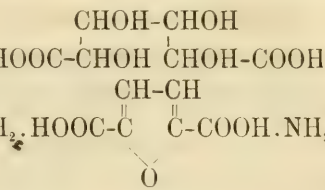
D'autre part, la partie restée insoluble dans les alcalis, chauffée en tube scellé pendant 3 h. à 150° avec de la potasse alcoolique, fournit par addition d'acide chlorhydrique une nouvelle quantité des deux mêmes acides.

Nous sommes donc en droit d'admettre que ceux-ci existent dans le résidu, en partie à l'état de sels d'aniline, en partie à celui d'anilides.

Ces dérivés sont les véritables produits intermédiaires dans la formation du phénylpyrrol, et leur existence nous semble expliquer le mécanisme de la réac-

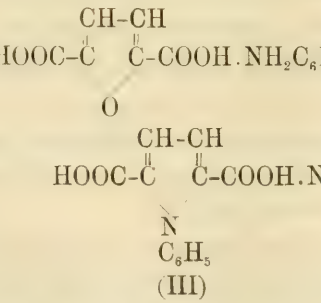
tion. Voici, selon nous, quelles doivent être les phases successives de la décomposition du mucate d'aniline :

Le premier effet de la chaleur est l'élimination de 3 molécules d'eau et la transformation du mucate dans le sel correspondant de l'acide déhydromucique :



Cette réaction est comparable à celle qui fournit l'acide déhydromucique lui-même par la déshydratation de l'acide mucique au moyen des acides chlorhydrique ou bromhydrique[1].

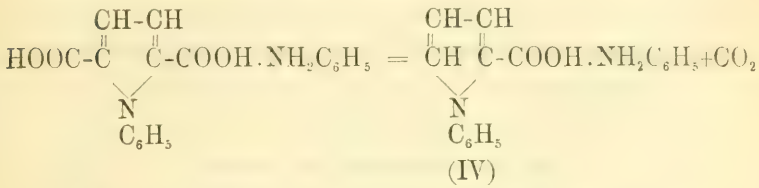
La seconde phase réside dans la dissociation partielle du sel, avec mise en liberté de l'une des molécules d'aniline. Celle-ci vient réagir sur l'oxygène du noyau et le remplace, avec élimination d'une quatrième molécule d'eau. On sait, en effet, avec quelle facilité tous les dérivés du furfurane ou des pyrones se combinent de cette façon à l'ammoniaque et aux amines, en donnant des dérivés du pyrrol ou de la pyridine.



(III)

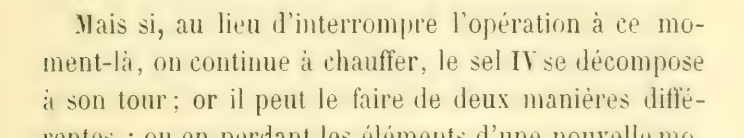
[1] Heinzelmann, *Annalen der Chemie* **193**, 184.— Seelig, *Berichte* **12**, 1083.

Dans une troisième phase, ce sel acide de l'acide phénylpyrroldicarbonique perd une molécule d'anhydride carbonique pour se transformer dans le sel neutre de l'acide monocarbonique :

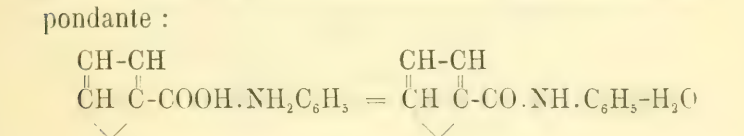


Ce sont ces trois premières réactions qui s'effectuent au-dessous de 240°. A cette température, la masse contient, ainsi que nous l'avons dit, les sels d'aniline III et IV.

Mais si, au lieu d'interrompre l'opération à ce moment-là, on continue à chauffer, le sel IV se décompose à son tour ; or il peut le faire de deux manières différentes : ou en perdant les éléments d'une nouvelle molécule d'eau, ce qui le convertit dans l'anilide correspondante :



ou, et c'est là la réaction principale, en se dissociant en aniline libre qui distille, et en acide monocarbonique lequel, instable à cette température, se décompose en anhydride carbonique et en phénylpyrrol.



Cette interprétation des phénomènes successifs qui se passent dans la décomposition du mucate d'aniline — et par suite dans celle des autres mucates — nous semble justifiée par la nature des deux acides que nous avons isolés.

Nous allons donner maintenant une brève description de ces corps.

Acide N-phénylpyrrol-α-carbonique.

Obtenu, comme nous l'avons dit, par précipitation au moyen de l'acide chlorhydrique, cet acide peut être purifié par cristallisation dans l'alcool ou dans le benzène. Il forme des paillettes ou aiguilles blanches, sans odeur ni saveur, fusibles à 166°; à peine fondu, il se décompose en anhydride carbonique et en phénylpyrrol.

Analyse: 0,3187 g subst. — 0,8234 g CO_2 — 0,1421 g H_2O
0,3364 g. subst. — 23,2 cc N (17°; 718^{mm})

	Trouvé	Calculé pour $C_{11}H_9NO_2$
C	70,46 %	70,59 %
H	4,95	4,81
N	7,52	7,49

L'acide phénylpyrrolcarbonique est insoluble dans l'eau froide; l'eau bouillante le dissout lentement en le décomposant en acide carbonique et phénylpyrrol. Il est très soluble dans l'alcool, le benzène et le chloroforme, assez soluble dans l'acide acétique, moins facilement dans l'éther, et insoluble dans l'éther de pétrole. Sa solution alcoolique, acidulée par l'acide chlorhydrique, colore à la longue le bois de sapin en violet. Il est probable que cette réaction est due à la forma-

tion lente de phénylpyrrol et qu'elle n'appartient pas à l'acide lui-même.

Le *sel d'ammoniaque* est dissocié par l'eau chaude ; on l'obtient sous la forme de magnifiques cristaux blancs par évaporation spontanée de sa solution sur l'acide sulfurique.

Le *sel d'argent* prend naissance lorsqu'on ajoute du nitrate d'argent à la solution neutre de l'acide dans la soude ou la potasse. Il forme un précipité blanc, noircissant assez rapidement à la lumière. Il ne renferme pas d'eau de cristallisation.

Analyse : 0,2079 g. subst. — 0,0765 g. Ag.

	Trouvé :	Calculé pour $C_{11}H_8NO_2Ag$
Ag	36,80 %	36,72 %

Le *sel de cuivre*, préparé d'une manière semblable, est un précipité amorphe, vert pâle, insoluble dans l'eau, assez soluble dans le benzène et dans le chloroforme. Ce sel renferme de l'eau de cristallisation qu'il perd à 110° en prenant une couleur vert très foncé.

Analyse : 0,5501 g. subst. — 0,1004 g. CuO

	Trouvé	Calculé pour $(C_{11}H_8NO_2)_2Cu$
Cu	14,57 %	14,33 %

Le *sel de calcium* se forme lorsqu'on fait digérer l'acide dans l'eau, à une douce chaleur, avec du carbonate de chaux en excès. En évaporant la solution filtrée on obtient un dépôt cristallin blanc, qui prend peu à peu à l'air une teinte rosée. Le sel renferme une molécule d'eau de cristallisation.

Analyse : 0,3818 g. subst. — 0,0497 g. CaO

	Trouvé	Calculé pour $(C_{11}H_8NO_2)_2Ca+H_2O$
Ca	9,30 %	9,30 %

L'*éther méthylique* peut se préparer facilement à partir du sel d'argent. Il suffit de chauffer celui-ci, dans la solution aqueuse où il a pris naissance par précipitation, avec un excès d'iodure de méthyle et d'épuiser ensuite par l'alcool bouillant le résidu insoluble, qui est un mélange d'iodure d'argent et d'éther pyrrolcarbonique. Ce dernier reste ensuite, par évaporation de la solution alcoolique, sous la forme d'une masse solide que l'on fait cristalliser dans l'alcool dilué. On obtient ainsi des paillettes incolores fusibles à 88°, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther de pétrole, très solubles dans l'éther, le benzène, le chloroforme et l'acide acétique. Cet éther bout sans décomposition à 282° et ne colore pas le bois de sapin humecté d'acide chlorhydrique.

Analyse : 0,1840 g. subst. — 0,4820 g. CO_2 — 0,0959 g. H_2O

	Trouvé	Calculé pour $C_{12}H_{11}NO_2$
C	71,44 %	71,64 %
H	5,79	5,47

L'*éther éthylique*, obtenu de la même manière, est un liquide incolore, bouillant à 289°. Il ne se solidifie pas dans un mélange de glace et de sel. Ses solubilités sont les mêmes que celles de l'éther méthylique. Il ne donne pas de coloration avec le bois de sapin.

Analyse : 0,2737 g. subst. — 0,7245 g. CO_2 — 0,1492 g. H_2O

	Trouvé	Caculé pour $C_{13}H_{13}NO_2$
C	72,13 %	72,56 %
H	6,06	6,05

Acide N-phénylpyrrol-αα'-dicarbonique.

Il se dépose dans les eaux-mères du précédent en très petits cristaux aciculaires, transparents, que l'on

purifie par cristallisation dans une petite quantité d'eau bouillante.

Analyse : 0,2031 g. subst. — 0,4630 g. CO_2 — 0,0738 g. H_2O

	Trouvé	Calculé pour $C_{12}H_9NO_4$
C	62,12 %	62,34 %
H	4,04	3,90

L'acide phénylpyrroldicarbonique ne présente pas de point de fusion. Chauffé à 240°, il se décompose sans fondre en anhydride carbonique et phénylpyrrol. Il est peu soluble dans l'eau froide, très soluble dans l'eau chaude, l'acide acétique, l'alcool et l'éther, peu soluble dans le chloroforme et le benzène, insoluble dans l'éther de pétrole.

Il est beaucoup plus stable que l'acide monocarbonique et n'est pas décomposé par l'ébullition de sa solution aqueuse. Il ne donne, ni à froid ni à chaud, de réaction colorée avec le bois de sapin.

Son *sel d'argent* se précipite lorsqu'on ajoute du nitrate d'argent à une solution neutre de l'acide dans la soude ou la potasse. C'est un corps blanc, se colorant lentement en brun clair à la lumière.

Analyse : 0,5237 g. subst. — 0,2542 g. Ag.

	Trouvé	Calculé pour $C_{12}H_7NO_4Ag_2$
Ag	48,54 %	48,54 %

Genève, Laboratoire de Chimie biologique et pharmaceutique de l'Université.

ETUDE

SUR LE

POINT DE FUSION DES MINÉRAUX

ET SUR LES

CONSÉQUENCES PÉTROGRAPHIQUES ET SYNTHETIQUES QUI EN RESULTENT

PAR

A. BRUN

Licencié ès-sciences

(Avec pl. II.)

EXPÉRIENCES SUR LE POINT DE FUSION DE DIVERS MINÉRAUX ET SUR LES CONSÉQUENCES QUE L'ON PEUT EN TIRER

Les minéralogistes ne se sont guère préoccupés jusqu'à présent de déterminer à quelle température les minéraux fondent, et cette constante physique si employée en chimie est restée lettre morte en minéralogie.

Aussi la littérature concernant cette propriété des cristaux est-elle des plus réduite.

Il y a bien quelques expériences isolées effectuées à certaines températures déterminées.

Ainsi par exemple celle de M. Descloiseaux, à propos des propriétés optiques de l'orthose, de M. Ver-

nadsky, à propos de la transformation du disthène en sillimanite.

Puis les travaux particuliers de Jolly et d'Oberg, à propos des chaleurs spécifiques... mais c'est tout. Seul M. Dœlter, en 1900, a inséré dans le *Journal de Tschermak* le résultat d'expériences traitant cette question particulière.

La méthode qu'il a employée diffère de la mienne, et par malheur les résultats qu'il a obtenus sont presque toujours aussi très différents des miens; j'expliquerai par la suite d'où provient ce désaccord.

En résumé, tout était à faire dans ce domaine, aussi bien la recherche de la méthode expérimentale que les expériences définitives une fois l'outillage trouvé.

M. le professeur Mittey, de l'École des Arts Industriels, dont la compétence en céramique est si grande, a bien voulu m'aider de ses conseils, je l'en remercie vivement ici.

Je diviserai ce travail en 3 chapitres.

I. Méthode expérimentale.

II. Tableaux des points de fusion.

III. Conséquences à tirer des résultats obtenus et remarques sur la synthèse d'une roche acide.

CHAPITRE I

MÉTHODE EXPÉRIMENTALE

Il s'agissait de reconnaître sûrement l'instant précis où le cristal fond, et de déterminer à ce moment la température.

Je ne tardai pas à m'apercevoir que le chauffage du

minéral dans un creuset, alors qu'il y a contact du creuset avec la flamme et contact du minéral avec le creuset, donnait des résultats absolument fantaisistes.

Et ceci quelles que soient les précautions prises, que le minéral soit pulvérisé ou non, etc., etc...

De plus, je m'aperçus bientôt que le cristal devait être chauffé dans une enceinte absolument fermée, sans rayonnement possible extérieur. Précaution du reste déjà connue des céramistes, et qui est la condition essentielle d'existence d'une température stable et uniforme dans une enceinte donnée.

C'est à l'oubli par M. Dœlter de ces précautions que j'attribue les différences considérables qui existent entre les résultats de cet auteur et les miens.

Je chauffai donc les minéraux dans un moufle fermé, et pour éviter tout contact, le cristal était porté en équilibre sur un mince pédoncule creux de platine et chauffé uniquement par le rayonnement des parois incandescentes du moufle.

L'instant de la fusion était indiqué par le fait que le cristal, primitivement anguleux, se ramassait en une boule, et si la température avait été un peu trop haute, fondait et coulait dans le tube du pédoncule, d'où il était facile de le retirer.

Son liquide y formait alors un ménisque très prononcé.

La mesure de la température atteinte était faite par les montres fusibles de M. Seger. Ces montres, qui sont des petites pyramides de corps silicatés fondant à des températures déterminées, se trouvent dans le commerce de la céramique : elles sont échelonnées de 20 en 20 degrés et montent jusqu'à 1850°.

J'ai pu m'assurer de leur exactitude en comparant

leur point de fusion avec celui des métaux connus : cuivre, nickel, palladium, platine, or.

En possession de ce thermomètre commode, il suffisait donc de placer à côté du cristal une ou deux montres fusibles, et de surveiller la marche du four jusqu'au moment où le cristal fondait. La dernière montre fondue indiquait la température atteinte.

Comme le moufle petit ne pouvait pas recevoir plus de trois pédoncules de platine, une interpolation rapide permettait en deux ou trois expériences de resserrer, entre deux limites rapprochées, la température qu'il était nécessaire d'atteindre, avant de procéder à l'expérience définitive.

Comme le moufle était fermé, j'étais obligé d'arrêter le feu pour voir ce qui s'y était passé. De façon à éviter des arrêts trop fréquents, je plaçais sur le couvercle du moufle une montre fondant à une température voisine de celle que je voulais obtenir.

Une petite fenêtre dans la paroi du four me permettait de l'observer. Je savais ainsi, à très peu près, la température qui existait dans le moufle à un moment donné.

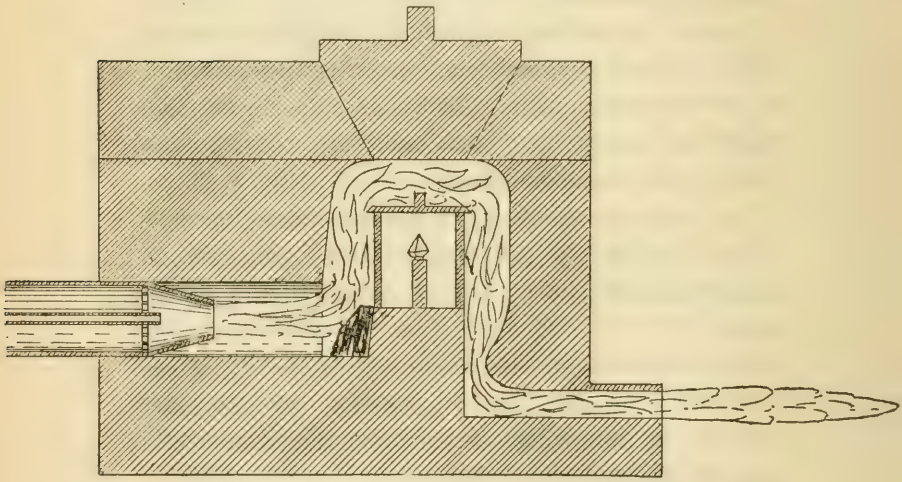
Pour éviter les erreurs pouvant provenir d'un excès de chauffe d'un des points du moufle, excès toujours possible, l'on répétait les expériences en changeant la place des montres et du cristal.

Description du four (voir la figure ci-après).

Pour des températures ne dépassant pas 1600°, le four était fait en argile réfractaire doublée intérieurement de cristaux de zircon. Le moufle était aussi fait

de zircon[1]. La flamme l'enveloppait complètement. Au delà de 1600 degrés[2], le zircon un peu impur se ramollit un peu, le couvercle se soude aux parois et le moufle est bientôt hors de service, parce qu'il se brise facilement.

Pour les températures les plus élevées, le four est fait en calcaire doublé intérieurement d'une épaisse couche de magnésie qui a été au préalable comprimée et calcinée au blanc ardent. Le moufle est aussi fait en magnésie pure préalablement calcinée à la plus haute température possible (1800° environ). Il résiste alors très bien et le collage du couvercle est minime.



J'employai le chalumeau à gaz d'éclairage et oxygène comme moyen de chauffage.

[1] On pulvérise du zircon, le gache avec de l'eau gommée, et le moule. Le cuire vers 1400°.

[2] A l'intérieur du moufle, ce qui correspond à une T bien plus haute des parties en contact avec la flamme.

Il est commode, facile à régler et silencieux : il permet d'obtenir les températures très hautes rapidement. Un peu d'habitude permet de juger par l'intensité des radiations de l'intérieur du four, de la température acquise.

Il faut toujours écraser la flamme lancéolée du chalumeau sur un bloc de zircon ou de magnésie, de façon à obtenir une répartition uniforme de la flamme tout autour du moufle et un mélange intime des deux gaz.

CHAPITRE II

TABLEAUX DES POINTS DE FUSION DE DIVERS MINÉRAUX

Remarques générales.

Le moment du point de fusion était fixé comme je l'ai indiqué précédemment.

Les silicates basiques présentent un point de fusion très net ; le temps qui sépare le moment où le cristal se met en boule et celui où il coule est très court. Certains même (Wollastonite) coulent tout de suite.

Les silicates acides se mettent en boule et coulent lentement, l'état pâteux persiste plus longtemps.

Les points de fusion sont caractéristiques pour chaque minéral et peuvent certainement servir comme constante physique qui leur soit propre.

La composition chimique a certainement une influence prépondérante sur la valeur du T. F. ainsi qu'on peut le voir dans les séries isomorphes des feldspaths et des pyroxènes.

En général le point de fusion coïncide avec le point

de destruction du réseau cristallin mis en expérience ; mais ce n'est pas toujours le cas.

Pour le pétrographe et le cristallographe, le point intéressant n'est pas de savoir à quelle température le minéral fond, mais de savoir à quelle température le réseau cristallin est détruit. Ceci lui permettant alors de se rendre compte des conditions de formation du minéral considéré. Ainsi la Trémolite, qui est détruite à 1090°, a un point de fusion de 1270°. Ce dernier n'a en réalité aucun intérêt : ce n'est qu'un point de fusion d'un mélange chimique sans aucune raison minéralogique.

Les minéraux hydratés sont dans ce cas.

Certains minéraux métamorphiques présentent les mêmes caractères. Le point de destruction du réseau cristallin s'annonce différemment suivant les minéraux.

Souvent le cristal limpide et transparent devient trouble, porcelainé opaque ; d'autres fois il se fait une intumescence particulière, ou bien, sans se boursouffler, le minéral se réduit en une poussière impalpable bien avant de fondre, etc., ou bien il se fend. Ces résultats sont consignés dans la colonne des observations. Voir tableau II.

Notes spéciales.

J'ajouterai encore les observations faites sur les minéraux suivants qui fondent très difficilement ou présentent des particularités.

Corindon. Dans la flamme coule rapidement liquide. Cristallise facilement en larges lames par le refroidissement.

Un corindon gris de l'Himalaya est devenu d'un beau bleu saphir par la fusion.

Perowskite de Zermatt, trouvé par l'auteur au Rympfischerwänge, fond difficilement dans la flamme en scorie jaunâtre.

Zircon. Blanchit, puis donne une scorie bulleuse jaunâtre vers à peu près 1900°.

Plongé dans la silice fondante, le zircon garde les arêtes du cristal inaltérées.

Spinelle magnésien de Ceylan : à 1850 reste rose et inaltéré ; plus haut s'arrondit en restant rose et transparent. Au point le plus chaud de la flamme donne une scorie bulleuse incolore vers 1950° à peu près.

Quartz, à 1780° se trouble puis s'éclaircit aussitôt en verre incolore et commence à s'arrondir en boule, ne peut s'étirer en fil qu'à une T beaucoup plus haute. A 1850, ne peut pas encore couler. A T = 1300 et 1570 il ne subit aucune altération sauf de se cliver parallèlement à $(01\bar{1}0)$ par un refroidissement un peu rapide. Comparer A. Brun, *Archives*, t. II, 1892, ainsi que Joubert, Dana, Fouqué, Michel Lévy, Lacroix, ouvrages cités à l'index bibliographique.

M. R. Austen donne pour TF. = 1775. Nos deux chiffres sont remarquablement concordants.

Série des feldspaths. — A. *Feldspaths potassiques.* J'admets que le type potassique pur fond le plus haut. Il doit exister des types sodiques dont le point de fusion est situé entre celui de l'albite et celui de l'orthose.

L'anorthose en est un : l'adulaire du col du Géant un autre.

MM. Duparc et Pearce ont du reste constaté des

feldspaths semblables présentant des propriétés optiques intermédiaires entre Or et Ab.

Il en est de même pour microcline.

B. *Feldspaths calcosodiques.*

La variation du point de fusion suit une marche parallèle à la variation des propriétés optiques et à la densité.

Les termes voisins de An sont les moins fusibles. Plus le feldspath est basique, plus il cristallise facilement. Je ne puis pour l'anorthite en aucune façon accepter les données de M. Dœlter.

Ce minéral, qui fond au blanc éblouissant, a à coup sûr T. de fusion plus haut que 1124° comme M. Dœlter l'indique. Je suis d'accord avec MM. Fouqué et Michel Lévy.

Haüyne. A T = 1410° le minéral se scinde en deux : un partie très liquide qui coule, une autre qui ne fond que bien plus haut. Le minéral serait-il une combinaison moléculaire de deux minéraux distincts et séparables à une température plus élevée?

Fer magnétique. Commence à fondre nettement à T = 1260° si on chauffe avec précaution ce cristal, la portion fondue s'écoule rapidement, il reste un octaèdre géométrique diminué de volume mais conservant sa forme [1]. Son facile point de fusion ne peut pas le faire ranger parmi les minéraux de première consolidation.

Le Fer titané doit être considéré plutôt comme tel fondant à 1450°, il peut être contemporain de l'anorthite. La masse fondue cristallise très facilement en aiguilles par le simple refroidissement.

[1] La Wollastonite a présenté un phénomène semblable.

Disthène. 1310° est le début de la destruction du réseau. J'ai confirmé l'expérience de Wernadsky qui annonçait la transformation de ce minéral en sillimanite à T = 1350°.

Tremolite. Ce minéral est détruit à T = 1090°, il se transforme en une masse opaque porcelainée friable.

Triphane. Les échantillons de ce minéral que j'ai expérimentés se comportent singulièrement, à T = 1010°, le minéral se gonfle énormément, conserve sa forme géométrique agrandie. En cet état, le plus petit attouchement le réduit en une poussière impalpable. Il faudrait donc que la formule de ce minéral soit élargie et admettre H_2 dans la constitution de la molécule.

Fluorine. Le pouvoir émissif de la fluorine à une température élevée est des plus faible, elle reste transparente et presque invisible dans le four : ne se trouble qu'à 1230°.

TABLEAU I

MINÉRAUX DONT LE POINT DE FUSION COÏNCIDE AVEC LE POINT DE DESTRUCTION DU RÉSEAU

Nom du Minéral.	Points de fusion.	Observations.
GROUPE DES AMPHIBOLES :		
Trémolite du Gothard.	—	Renvoyé au Tableau II.
Amphibole brune du Cervin trouvée par l'auteur.	1060 1070	Grosses masses laminaires du contact des Gabbros au Cervin.
Hornblende noire de la Phonolite du Cantal.	1060	—
Actinote de Zermatt, trouvée par l'auteur.	1190	—
Antophyllite de Kongsberg.	—	Renvoyé au Tableau II.
GROUPE DES FELDSPATHS :		
Anorthite de Idsu, Japon.	1520 1510 1490	Gros cristaux divers.
Labrador (de Kiew?)	1370	Extinction 26° sur g^1.
Andésine des porphyrites du Var, don du prof. Lacroix.	1280	Cristaux bien purs.
Oligoclase de Friedericks-warn.	1260	Très gros cristal.
Albite de Viesch (péricline).	1250	Cristal laiteux.
Orthose adulaire de Viesch.	1300	Cristal limpide (c'est le point moyen donné dans les travaux des céramistes).
Orthose adulaire du Col du Géant, trouvé par l'aut.	1270	Semble être un peu sodifère, cristal très limpide.
Microcline.	1290	Cristal rouge extrait d'une syénite.
Microcline amazonite.	1330	Beau cristal du Colorado, de couleur bleue.

Nom du Minéral.	Points de fusion.	Observations.
Anorthose de Quatro Ribeyras, don du prof. Lacroix.	1250	Identique à l'albite au point de fusion, mais à 1270 est mieux liquide.
GROUPE DES PYROXÈNES :		
Wollastonite.	1350	Coule immédiatement.
Diopside d'Ala, don de feu le prof. Marignac.	1270	Beau cristal limpide.
Augite du Stromboli, trouvé par l'auteur.	1230	Fond excessivement brusquement en verre foncé, extinct. 45° sur g^1.
Augite des Monte Rossi à l'Etna, trouvé par l'aut.	1230	Idem.
Diallage, trouvé par l'aut.	1210	Masses laminaires du gabbro d'Arolla, très beau cristal.
Hedenbergite de Fillipstad.	1190	Très beau cristal.
Enstatite var. *Bronzite.*	1410	Gros cristal, bien exempt d'altération, verdâtre.
Hypersthène de St-Paul.	1280 1270	La masse fondue cristallise en refroidissant.
Achmite de Eker.	970	—
Triphane, don de feu le prof. Marignac.	—	Renvoyé au tableau II.

MINÉRAUX DIVERS

rangés par ordre de fusibilité :

Spinelle noir d'Amity.	1900 env.	Voir note spéciale.
Spinelle rose de Ceylan.	1900 env.	Idem.
Fer chromé du Kosswinsky Kamen (Oural), don du prof. Duparc.	1850	Petits octaédres bien purifiés au préalable et séparés de la Magnétite.
Quartz.	1780	Voir note spéciale, pourrait appartenir au Tableau II.

Nom du Minéral.	Points de fusion.	Observations.
Péridot de l'Eifel.	1750	Pauvre en fer.
Fer chromé du Var.	1670	En granules, coule brusquement sans s'arrondir, n'avait pas été purifié avant l'expérience.
Apatite.	1550	Beau cristal du Tyrol.
Isérine (fer titané) pseudo octaédrique d'Isergrund.	1450	Cristallise en aiguilles par refroidissement.
Emeraude commune de Limoges, don de feu le prof. Marignac.	1430 1410	A cette température donne une scorie dure, devrait appartenir au Tableau II?
Leucite du Vésuve.	1410 1430	A 1410 est vitrifiée à la surface, se ramollit progressivement, point de fusion indistinct, émet des bulles à chaud.
Haüyne de Laach.	1410-1450	Voir note spéciale et Tableau II.
Cordiérite de Finlande.	1310	—
Pétalite d'Utö, don de feu le prof. Marignac.	1270	Masse compacte et cristalline.
Néphéline Eléolite de Miask.	1270	Belle masse compacte contrôlée par l'analyse.
Fer oligiste d'Elbe.	1300	Remarquer l'influence de l'oxygène. Voir aussi note spéciale.
Magnétite de Zermatt, trouvé par l'auteur.	1260	Cristal.
Grenat, Variété Topazolite, du Rympfischwänge. trouvé par l'auteur.	1150	— C'est le minéral que j'ai décrit *Arch. des Sciences Phys. et Nat.*, t. XXXIV, juillet 1895.
Grenat rouge, Rympfischwänge, Zermatt, trouvé par l'auteur.	1010	Cristaux intercalés avec Idocrase, cristallisation très pure.
Grenat almandin des Indes.	1070 1060	C'est le grenat que j'ai décrit *Archives*, t. XXVIII, p. 410, 1892, comme présentant un spectre d'absorbtion.

TABLEAU II

MINÉRAUX DONT LE POINT DE DESTRUCTION DU RÉSEAU NE COÏNCIDE PAS AVEC LE POINT DE FUSION

Nom du Minéral.	Températures de DESTRUCTION	Températures de FUSION	Observations.
Haüyne.	1410	1450	Voir note spéciale.
Disthène du Gothard.	1310	—	Voir note spéciale.
Meionite de la Somma.	1250	1330	Serait peut-être un peu hydratée.
Sodalite de Ditrö.	1250	1310	Se décolore avant 500.
Fluorine rose du glacier de Charpoua, don de M. Em. Fontaine et trouvée par lui.	1230	1270	Voir note spéciale, se décolore avant 500.
Sphène.	env. 1190	1210	Beau cristal vert.
Trémolite.	1090	1270	Complètement détruite à 1150, tombe en poussière.
Antophyllite.	1150	1230	Idem.
Triphane.	1010	—	Très particulier, voir note spéciale.
Epidote d'Untersalzbach.	env. 900	1250	Beau cristal.
Idocrase, Zermatt, trouvé par l'auteur.	env. 980	1000	—
Galène.	830		Se décompose à l'intant où elle fond.
Obsidienne de Lipari, trouvé par l'auteur.	800-830	—	Voir synthèse des roches acides plus loin.
Néphrite de Kashgar-Kouen Lun, don de feu le prof. Gosse.	950	1250	Très belle masse translucide incolore provient du Musée de St-Pétersburg.
Mica blanc, Aiguille du Tour, Mt-Blanc, trouvé par l'auteur.	850	—	A 830 se trouble mais est encore élastique par places. A 850 est opaque et très friable.

CHAPITRE III

CONSÉQUENCES A TIRER DES RÉSULTATS OBTENUS

Température de la lave fondante.

Les points de fusion ci-dessus déterminés donnent lieu à deux conséquences qui ont une certaine importance géologique, savoir :

1° La détermination de la température que peut avoir la lave fondante projetée par un volcan et 2° la détermination des conditions de cristallisation des roches, c'est-à-dire de l'ordre de consolidation.

Pour le premier cas, il est naturel de penser qu'une lave qui présente, étant encore fluide, certains cristaux de première consolidation nageant dans sa pâte, doit avoir à coup sûr une température plus basse que celle du point de fusion du minéral considéré.

Ainsi la lave coulante du Stromboli contenant de l'augite, ne peut pas avoir une T supérieure à 1230°.

Ordre de consolidation des minéraux des roches.

Le second point mérite quelques développements.

Il a été beaucoup écrit sur cela. D'après mes expériences, il faut distinguer essentiellement entre les roches acides et les basiques ; car j'admets que le processus de formation est différent à partir du magma originel.

Les silicates basiques ont une grande tendance à cristalliser, tandis que ce n'est pas le cas pour la silice et les silicates acides.

I. Roches basiques.

Il est évident que dans un magma fondu, et mettant à part les phénomènes de dissolution mutuelle des éléments de la roche, le minéral le plus stable, à une température donnée, aura la plus grande probabilité de se former. En sorte qu'un magma se refroidissant lentement laissera cristalliser les minéraux dans l'ordre décroissant de leurs températures de fusion.

C'est bien ce qui a été observé en général.

Je ferai cependant quelques remarques. La facile fusibilité du fer oxydulé l'exclut du premier stade de consolidation. Il faut nécessairement admettre que le fer titané octaédrique dont T est 1450°, est celui qui occupe cette place dans les basaltes, etc.

Les spinelles magnésiens, le zircon, le fer chromé sont des minéraux qui, par leur résistance, peuvent (phénomènes de dissolution à part) se former aux plus hautes températures et par conséquent provenir des profondeurs du globe où la température est excessive (2000°) alors que le peridot, l'anorthite, ne commenceraient à cristalliser que plus tard, lorsque la lave se refroidit en se rapprochant de la surface. Nous avons déjà vu que la lave coulante de la cheminée du Stromboli ne dépasse pas 1230°.

C'est donc entre 1900-2000 degrés et 1200 degrés que l'immense majorité des minéraux des laves basiques peuvent se cristalliser[1]. Car un basalte solide ne

[1] Le basalte du Stromboli se ramollit très légèrement à 1130, il s'affaisse à 1150; à 1170 il commence à pouvoir céder sous la pression comme une pâte dure. L'augite ne fond qu'à 1230, il y a donc fusion du verre interposé ou réaction mutuelle des microlites pour donner un élément plus fusible.

commence à se ramollir que dans le voisinage du TF de l'augite, un peu avant 1170.

II. Roches acides.

Au cours de cette étude, j'ai examiné une substance considérée comme un minéral par les anciens minéralogistes, comme une roche par les modernes : je veux dire l'Obsidienne, verre transparent isotrope bien connu comme produit des volcans acides.

L'expérience que j'ai faite sur ce verre naturel tend à montrer que le processus de formation d'une roche éruptive acide est très différent de celui d'une roche basique. Or, il n'y a pas d'expérience donnant la température à laquelle une lave acide coule. Mais comme l'hydrate colloïde, l'obsidienne s'étire à 830°, nous pouvons dire que les ponces sont formées à $T > 830°$, et les liparites à $T < 830°$.

J'expose dans les lignes suivantes la synthèse et le mode de formation des roches acides.

A l'île de Lipari, j'avais observé toutes les transitions entre l'obsidienne vitreuse et la liparite cristallisée, et l'examen sur le terrain confirmait, ce qui du reste était déjà connu, que les liparites sont des dérivés de l'obsidienne.

Le problème se posait donc de déterminer dans quelles conditions la cristallisation du quartz et des feldspaths se fait, pour donner les roches en question.

Je vais d'abord décrire la liparite, de façon à bien fixer les idées sur le problème à résoudre.

Cette roche est formée d'un assemblage d'immenses sphérolites à croix noire, accolés, dont le centre est

formé d'une sphérule dont l'individualisation cristalline est plus avancée que la périphérie, ce qui provient de ce que le centre est plus âgé.

Ces sphérules centrales sont plus ou moins fibrillaires, à croix noire ou non, s'éteignant entre les nicols quelquefois comme un seul cristal; l'extérieur est formé par les longues fibrilles rayonnées du sphérolite avec les propriétés optiques bien connues.

L'analyse montre que les sphérules sont anhydres, les fibrilles un peu hydratées, l'obsidienne encore plus hydratée.

La sphérule est un peu fusible.

La première idée qui vient à l'esprit est donc que la cristallisation est liée au départ de l'eau primitivement incluse dans le verre.

Il s'agissait donc de déterminer à quelle température cette eau s'échappe. Mais l'obsidienne chauffée, augmente vingt fois environ de volume en perdant son eau, et cette deshydratation a lieu à la T = 830°.

L'expérience à faire consistait donc à chauffer l'obsidienne de Lipari à une température telle qu'elle ne soit pas boursoufflée, mais que l'eau parte et provoque la cristallisation.

J'ai chauffé pendant sept jours la roche à la température de 700-750°; déjà le deuxième jour il était visible que le verre se transformait.

Le septième jour j'ai arrêté; j'ai fait des coupes minces. La roche chauffée est devenue presque complétement anhydre, opaque, de teinte grise, un peu fendue par des tensions intérieures et un peu bulleuse. Tout à fait comme la liparite naturelle. L'examen microscopique a montré que les idées théoriques étaient

justes et que le succès le plus complet avait été atteint. (*Voir la planche II.*) La roche artificielle est formée de sphérolites à croix noire, à centre plus individualisé que les fibres[1]. Ces sphérolites sont zonés, comme le sont souvent les naturels, et leurs propriétés optiques sont identiques. La seule différence à noter est que le chauffage un peu brusque à provoqué un peu partout des centres de cristallisation et qu'en résumé les sphérolites sont plus petits que ceux de la liparite naturelle.

Mais ceci ne veut rien dire, la question de la création du cristal avec ses propriétés optiques étant le seul problème mis en jeu.

Les sphérolites à croix noire sont communs dans les liparites, les porphyrites et roches acides non encore individualisées autant que l'est le granit.

Néanmoins, si je peux généraliser une expérience, avec peut-être un peu plus de hardiesse que ne le comporte la stricte rigueur scientifique, je puis dire que le processus de formation des roches acides doit être le suivant, séparable en deux temps.

1er temps : Création d'un verre colloïde hydraté, résistant à une température de 830° sans se décomposer. La formation de ce verre a certainement lieu sous pression : ou, ce qui est aussi probable, par mélange et dissolution mutuelle d'eau, d'hydrates d'alcalis et de silicates alumineux hydratés.

L'hydrate KOH résistant très bien à 830 degrés.

2me temps : Abaissement de la température de la masse en fusion jusque dans les environs de 800 degrés à cette T, réaction mutuelle des silicates acides contenant le groupe — SiOOH sur KOH, avec élimination

[1] Centre souvent à extinction totale.

d'une molécule d'eau et formation des cristaux d'orthose et de quartz

$$(MRSi)_n - Si\begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown OH \end{matrix} + KOH = H_2O + \text{orthose} + \text{quartz}.$$

Il faut faire les remarques suivantes, qui corroborent la théorie ci-dessus.

1. A une température supérieure à 830°, l'obsidienne se décompose en ponce, et si l'eau ne peut pas s'échapper, elle forme des cavités dans la masse, la boursouffle. En tous cas *il ne semble pas que la réaction chimique cristallisante puisse avoir lieu.*

Comme corollaire il s'en suit que pour rester verre colloïde, l'obsidienne doit subir un refroidissement assez rapide. Une certaine période de temps à T voisine de 830° et $<$, étant la condition essentielle de la cristallisation.

2. Il a toujours été impossible de faire cristalliser des silicates acides anhydres par simple chauffe.

MM. Fouqué et Michel Lévy ont échoué complètement dans de nombreuses expériences; moi-même, après de nombreux essais poursuivis ces dernières années, j'avais renoncé à suivre cette voie.

3. La composition chimique de l'obsidienne de Lipari est à peu près :

1 molécule d'orthose.

1 molécule d'eau.

5 à 6 molécules de silice libre, ce qui résulte des dosages faits. La liparite a la même composition moins l'eau.

Cette théorie permet d'expliquer les points de pétrographie suivants particuliers aux roches acides.

1. La présence des inclusions liquides avec corps en solution, contenus dans les cristaux de quartz des granits. Ce qui est naturel, l'eau jouant un rôle dans la formation des cristaux.

2. L'apparence de deuxième consolidation du quartz.

Il peut être utile d'entrer ici dans quelques détails.

Nous avons vu que les sphérules centrales sont un peu fusibles, elles ne sont pas du quartz pur (quand bien même l'allongement est +).

D'autre part, mes expériences sur le quartz et le feldspath montrent que, à la T de 800°, l'orthose a une probabilité plus grande de se former en cristaux, et par conséquent se formera en premier; le jeu des molécules étant plus ample pour l'orthose qui fond à 1300°, que pour le quartz qui est détruit à 1780°.

En sorte que l'orthose se formant d'abord, le quartz reste comme reliquat et cristallise par la suite comme il peut, sans contours nets, dans les intervalles laissés par les cristaux du feldspath.

Il va sans dire qu'il faut admettre que la teneur en eau, la durée de la chauffe, la composition de la pâte, pourront faire un peu varier ce processus et donner les roches acides que l'on observe dans la nature.

Il est important de rapprocher ma théorie du *quartz résiduaire*, qui, ne pouvant entrer dans aucune combinaison *stable* à cause de son excès, reste comme reliquat, des observations faites sur la koswite. Cette nouvelle roche, découverte par M. le Prof. Duparc au Koswynsky Kamen (Oural) et décrite par lui, présente un excès de magnétite qui remplit les intervalles laissés par les feldspaths; comme le quartz dans le granite, elle est repoussée des combinaisons dans lesquelles

elle ne peut entrer, et reste comme reliquat : elle est aussi *résiduaire*. Il est donc possible d'homologuer les deux termes extrêmes de la série des roches silicatées, où des causes semblables provoquent les mêmes structures.

3. La présence des micas fluorés[1]. Les micas fluorés sont souvent essentiels dans les roches acides. Ils sont hydratés. Or ils sont détruits à 850°. Cette température est précisément de cinquante degrés seulement supérieure à celle que j'admets pour la cristallisation des roches acides. Il peuvent donc s'y former et cristalliser. Ceci est je pense un sérieux argument en faveur de ma thèse.

Enfin, comme dernières confirmations de la théorie que j'expose, j'ajouterai que c'est avec l'eau pure que MM. Friedel et Sarasin ont réussi à faire cristalliser le quartz et l'orthose à une température ne dépassant pas 500°, de plus, M. Hautefeuille a fait cristalliser le quartz dans les tungstates à 700° ; plus haut il y avait redissolution du quartz formé.

En résumé, l'ensemble de ces expériences montre que les roches acides doivent leur mode de cristallisation à deux facteurs :

1° A l'eau, qui est créée très probablement par une double décomposition entre les groupements (MRSi)n' — SiOOH et KOH.

2° A une température très voisine de 800° sans dépasser 830.

Fait à Genève en 1901-1902.

[1] M. le prof. Duparc admet *pro parte* l'épidote comme primaire dans la protogine du Mont-Blanc. Le raisonnement fait pour le mica lui est applicable.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Ne sont indiqués que les travaux pouvant avoir quelque rapport avec le sujet traité.

Descloiseaux. *Manuel*, 1862. Article Orthose.

Joubert. *C. R. Ac. Sc.*, 30 sept. 1878. Pouv. rot. du quartz.

Hautefeuille. Synthèses quartz, orthose, brookite.

Öberg. *Ofv. Ak. Stockholm*, n° 8, 42, 43, 1885.

Joly. *Proc. Roy. Soc.*, 41, p. 250, 1887. Chaleurs spécifiques.

Vernadsky. *Bull. Soc. Min. Fr.*, 1889 et 1890. Disthène.

Dœlter. *Tschermak. Min. et Petr. Mitt.*, 1900, Bd XX, Hf. 3, p. 210. Schmelzpunkte, etc.

Le Prospectus commercial de céramique pour la vente des montres fusibles. Seger à Charlottenbourg. Poulenc à Paris.

A. Brun. *Archives Sc. Ph. et N.*, t. XXV, p. 239, 1891. Reproduction artificielle des roches.

A. Brun. Idem, per. 4, t. II. Décembre 1896. Indice de réfraction du quartz après calcination.

A. Brun. Idem, t. XIII, p. 85, janvier 1902. Basalte du Stromboli et points de fusion des minéraux.

Prof. Duparc. La Koswite. *Comptes rendus*, 1901.

Roberts Austen. *Philos. Magaz.*, 1899, n° 1. Quartz.

Seger et Laboratoire de Charlottenbourg. Établissement des piles thermoélectriques.

On trouve encore dans les ouvrages classiques de Dana, Fouqué et Michel Lévy, Lacroix, des indications éparses, mais sans températures déterminées. De même dans les publications de Moissan, Ditte, Stanislas Meunier, Janettaz et Le Chatelier, pile thermoélectrique, etc. Tous les travaux de cristallographie faits en $f(t)$ sont à consulter, mais ils ne sont en général pas poussés jusqu'au point de fusion.

L'ERZGEBIRGE GÉOLOGICO-SISMIQUE

PAR

F. de MONTESSUS de BALLORE.

(Avec la planche III.)

C'est en grande partie grâce au bienveillant concours des *Archives* que j'ai pu mener à bien la description sismique du Globe, malgré ce que pouvaient présenter de fastidieux des monographies toujours les mêmes et intentionnellement réduites à la sèche nomenclature des centres d'instabilité à la surface des pays successivement étudiés. Mais ce n'était point là le but. Il faut en arriver enfin à la recherche des conditions topographiques, géographiques et surtout géologiques et géomorphogéniques caractérisant les régions à tremblements de terre et les différenciant de celles où ces phénomènes, s'ils n'y sont pas tout à fait inconnus — il n'y a pour ainsi dire pas de tels pays — du moins n'y sont que des accidents sans importance ni conséquences.

La recherche de ces caractères supposait a priori la description sismique de l'univers, aussi complète que peuvent le permettre les progrès récents de la sismologie ainsi que l'avancement actuel des explorations tant géologiques que géographiques. Il y a seulement

50 ans, une telle entreprise eut été à peu près illusoire. Cette description toute nue s'imposait encore par ce fait que les caractères d'instabilité ne sont pas plus uniques que les causes elles-mêmes des tremblements de terre, et que par suite, en se limitant aux pays où ces causes apparaissent nettement tout d'abord, on aurait risqué des généralisations illégitimes, en les appliquant à des pays où elles sont réellement différentes.

J'ai choisi pour débuter dans cette nouvelle série l'Erzgebirge, région relativement simple, alors qu'il aurait pu sembler plus naturel de s'attaquer à la Suisse qui aurait certainement présenté plus d'intérêt à la majorité des lecteurs des *Archives*. Mais j'ai cru préférable de procéder du simple au composé, réservant pour plus tard l'étude de ce pays où les séismes se produisent dans des conditions de complexité en rapport avec celle de la tectonique et de la géologie du pays,

D'ailleurs l'espoir serait chimérique d'arriver à expliquer individuellement tous les séismes en les attribuant à un phénomène géologique ou géomorphogénique déterminé. Il sera suffisant d'y réussir pour les principaux et surtout de parvenir à justifier la localisation des groupes d'épicentres, au moins des plus importants.

La région dont il s'agit est comprise dans l'angle formé par l'Elbe et par l'Eger, à l'ouest de ce fleuve et au nord du second cours d'eau, son principal affluent bohémien après la Moldau. Les limites N et NW sont assez indéterminées sans dépasser Leipzig et le Frankenwald. Politiquement, c'est la Saxe, le Vogtland et le NW de la Bohême. Orographiquement c'est le système de l'Erzgebirge en y adjoignant le Fichtelgebirge

et le Mittelgebirge qui le flanquent respectivement au SW et au SE. Géologiquement, c'est le côté NW du grand quadrilatère de l'Europe centrale qui, principalement formé de gneiss et de micaschistes, et largement injecté de granit, s'étend de la Saxe à l'Autriche en écharpe sur la Bohême et la débordant légèrement au NW et au SE. Géomorphogéniquement enfin, c'est une partie de la pénéplaine archéenne doucement inclinée sur la Saxe et le Vogtland, mais tombant à pic sur la Bohême par la vallée presque SW-NE de l'Eger jusqu'à son confluent avec l'Elbe.

On sait que depuis les travaux de Prevost, Mallet, Dana, Suess, etc., la plupart des géologues modernes considèrent les tremblements de terre comme un effet consécutif de compressions développées dans l'écorce terrestre par le refroidissement lent, mais continu de la planète et, par suite, par la contraction résultante, d'où de brusques et inévitables ruptures d'équilibre. Cette contraction les rattache ainsi directement aux phénomènes de surrection des chaînes de montagnes. Mais ne fût-ce qu'en raison de la grande hétérogénéité des couches terrestres, de leurs différences de cohésion et de résistance, de la diversité des modes suivant lesquels ces couches et les massifs injectés se recouvrent, se soutiennent et se rencontrent mutuellement, on conçoit que sous l'influence des poussées latérales de surrection il ne se produise pas indifféremment tel ou tel des phénomènes secondaires dont la nomenclature est bien connue de tous les géologues : failles, plissements, crevasses, remplissage de ces dernières par des filons de toute nature, sources minérales et thermales, injections de roches éruptives, volcans et tremblements de

terre. Et c'est à chercher les relations locales de tous ces phénomènes avec le dernier d'entre eux qu'il faut s'attacher.

Ce n'est point le lieu de développer les théories relatives à tous ces accidents géologiques. Qu'il suffise de dire ici que la compression due au refroidissement séculaire suffit largement à les expliquer tous. L'existence d'un noyau central visqueux et plus ou moins fluide n'a même pas besoin d'être invoquée pour la production des séismes que l'on considère en général comme de simples ruptures d'équilibre sous les efforts de la compression, mais suivant des modes divers.

La compression est donc le phénomène primordial, la cause efficiente des tremblements de terre et des accidents secondaires précités. Aussi est-il important de rappeler que ce n'est point un simple être de raison. Dana l'a matériellement constaté dans les grès de Monson dont les blocs, au sortir de la carrière où on les exploite, reprennent graduellement les dimensions que la compression avaient notablement réduites. Les écrasements de fossiles et même de cristaux en sont aussi une preuve plus connue. On part ainsi d'un fait de pure observation et non d'une déduction géologique que des esprits timorés pourraient être tentés, à tort il est vrai, de considérer comme hypothétique.

Pour ne pas laisser place à d'autres objections, il n'est pas non plus inutile de dire que la question de savoir si sous l'influence du refroidissement le noyau central diminue réellement de rayon, si peu soit-il, ou non, n'a rien à faire ici. Il serait d'ailleurs téméraire d'appliquer aux matières de l'intérieur soumises à des pressions énormes, les propriétés observées dans les

laboratoires sous des pressions de beaucoup inférieures probablement. Ce serait une extrapolation peu scientifique. Mais il nous suffit que la compression tangentielle soit assez grande pour produire le cortège des processus géologiques dont on a parlé.

En résumé, des tremblements de terre, on ne dit pas tous, paraissent dûs à des ruptures d'équilibre inévitables dans les régions soumises à des compressions orogéniques d'intensité suffisante, et l'on va montrer que c'est bien le cas pour l'Erzgebirge et le Vogtland, où les phénomènes sismiques se présentent avec une fréquence et une intensité assez remarquables, relativement du moins, sans toutefois y jamais atteindre une violence destructive. Il y a plus, leur production habituelle indique que les forces qui ont dans un passé lointain donné lieu à la surrection de la chaîne, ne sont pas encore entièrement éteintes.

Suess et d'autres géologues rattachent la formation de la chaîne erzgebirgienne à celle du système alpin. C'est là une conception dont l'envergure étonne un peu, sans cependant intéresser en rien la question des séismes de cette région. Mais qu'il en soit ou non réellement ainsi, il n'en est pas moins vrai que ce fut depuis les époques géologiques les plus reculées une zone dont la compression latérale, dirigée à peu près SE-NW, s'est traduite par trois plissements contemporains d'importance très inégale. Ce sont successivement, du sud au nord, le Mittelgebirge, l'Ertzgebirge et les hauteurs de Liebschütz. Seuls les deux premiers nous intéressent, le dernier n'ayant que très peu d'importance et se perdant rapidement au SW sous une épaisse couche de dépôts oligocènes et diluviens.

Le Mittelgebirge est le pli le plus méridional. A cheval sur l'Elbe, il est, dans la région qui nous occupe, baigné au nord par la Biéla qui le sépare de l'Erzgebirge, et au sud par l'Eger, dont il rejette le cours inférieur vers le midi. Comme d'ailleurs le cours supérieur de cette rivière est à peu près en prolongement de celui de la Biela et qu'en outre le Mittelgebirge a tous les caractères d'un dôme injecté de roches éruptives, il paraît vraisemblable que le très ancien pli qui lui correspondrait a été presque complètement effacé ultérieurement par ce bombement commencé, d'après Naumann, entre le dévonien et le carbonifère avec injections de granulite au travers des schistes archéens et d'autres roches éruptives plus tard. C'est ainsi qu'on peut mettre d'accord les tenants du plissement avec ceux du bombement comme ayant donné lieu à ce massif.

L'Erzgebirge est parallèle à l'Eger supérieure au SW et à la dépression de la Biéla au NE. Il s'élève de 112 m. aux portes de l'Elbe, jusqu'à 1200 m. au sommet du Keilberg, avec une altitude moyenne d'environ 800 m. Son talus méridional est abrupt sur la Bohême, tandis qu'au nord il forme, sur les plaines de la Saxe, un glacis doucement incliné, mais profondément entaillé par les vallées des rivières. L'angle formé par l'Erzgebirge NE et par l'Elbe de Dirna à Schandau constitue la partie occidentale de la Suisse saxonne, à cheval sur le fleuve, tandis qu'au SW l'Erzgebirge est flanqué par le Fichtelgebirge. De ce dernier nœud très important se détachent le Frankenwald puis, dans la même direction SE-NW, le Thüringerwald, l'un et l'autre système bornant le Vogtland à l'ouest. Enfin sur

la rive droite de l'Elbe, dans la partie qui nous intéresse, c'est-à-dire de Meissen à son entrée en Bohême, se trouve le système de l'Elbsandstein en prolongement des hauteurs granitiques bohémiennes du Lausitz.

En résumé, nos trois plissements du Mittelgebirge, de l'Erzgebirge et de Liebschütz s'étendent parallèlement entre eux en direction SW-NE, et ces trois alignements sont limités à deux autres systèmes parallèles aussi, mais à peu près perpendiculaires aux premiers, c'est-à-dire SE-NW, Fichtelgebirge, Frankenwald et Thüringerwald à l'ouest, Lausitzwald et Elbsandstein à l'est. La très grande ancienneté de ce triple plissement est attestée par le fait de la discordance entre les schistes archéens dont ils sont formés et les dépôts paléozoïques comblant les dépressions intermédiaires. C'est ainsi que dans l'auge entre l'Erzgebirge et le Fichtelgebirge, les cavités allongées et abruptes ont reçu les dépôts du silurien, du dévonien, du carbonifère et du dias en discordance avec les roches de ces deux chaînes. Il en est de même au nord de l'Erzgebirge.

Le Fichtelgebirge est un pays très disloqué comme le montre la présence des protérobases, mais peu sujet aux tremblements de terre, il n'est pas nécessaire d'en faire d'aussi près l'histoire géomorphogénique. Toutefois près d'Eger, le volcan éteint du Kammersbühl indique que là les forces internes ont aussi joué sous la forme de manifestations volcaniques.

Le plissement de l'Erzgebirge a été beaucoup plus énergique que le ferait supposer seulement son attitude modérée. Il faut en effet tenir compte de l'énorme dénudation qu'il a subie depuis les temps paléozoïques. Pendant toutes ces périodes géologiques et celles postérieures,

l'exhaussement plus ou moins progressif était à mesure raboté en haut par les agents extérieurs d'érosion. Et cette énergie du plissement est précisément attestée du côté avant par les nombreux champs de cassures qui s'y trouvent disséminés et ont été ultérieurement transformées en filons, dont la nature, très fréquemment métallifère, a donné lieu au nom de la chaîne, Erzgebirge ou monts des métaux. Le champ de fractures de Freyberg est devenu classique par le nombre énorme de ceux qu'on y rencontre, plus de 1500 ; ces filons se croisent et s'enchevêtrent dans tous les azimuths et ont été injectés des matières les plus diverses et de tous les âges, de telle sorte qu'on a pu les grouper et attribuer leur formation et leur remplissage à la répercussion des efforts orogéniques qui ont donné lieu à la surrection de nombreuses chaînes même assez éloignées. Aux environs de Plauen et d'Œlsnitz, le Vogtland a été véritablement transformé en une brèche gigantesque dont les nombreux filons ont cimenté les fragments, et les directions de ses fractures ont été mises par Liebe et par Weisse en corrélation avec un système de cinq ensellements ou plissements secondaires, rattachés eux-mêmes aux failles du Frankenwald et de l'Erzgebirge.

Cette intensité des phénomènes de rupture, toute naturelle en avant du plissement principal, semblerait indiquer à priori que ces champs de fractures doivent être des terrains d'élection pour les tremblements de terre. La conséquence n'est pas forcée. Il arrive très bien qu'une région riche en filons, par suite très disloquée, a pu se consolider ultérieurement avec la plus grande perfection par l'injection des filons jouant le rôle de ciment réparateur, et c'est précisément le cas des en-

virons de Freyberg et de Chemnitz, actuellement bien plus stables que ceux de Graslitz et de Brambach ; ils réalisent ainsi l'affirmation des raccommodeurs de porcelaine prétendant rendre plus solides qu'auparavant les objets à eux confiés. En fin de compte, l'état de dislocation d'une région n'est que temporairement cause de séismes. La dislocation, si elle est condition nécessaire ou tout au moins favorable, n'est pas suffisante : il y faut la continuation des efforts orogéniques concomitants, et c'est ainsi que l'instabilité devient le critérium de la persistance actuelle de ces efforts.

Les injections prolongées de granit, granulite, porphyre, syénite, serpentine et autres roches éruptives, comme par exemple dans le Mittelgebirge, n'influent pas directement sur la production des séismes, mais, par contre, il est très souvent facile de montrer leur influence sur les phénomènes de propagation, sur la forme des isocéistes d'un tremblement de terre donné, et par suite sur l'intensité avec laquelle il est perçu çà ou là : ces intéressantes études locales sont à reléguer aux monographies de séismes. Ces injections se présentent aussi comme un important facteur dans la constitution de l'Erzgebirge. Accompagnées de phénomènes de métamorphisme, leur apparition au jour atteste seulement l'énergie de la dénudation et de l'érosion sans donner pour cela témoignage évident de plus ou moins d'instabilité ici que là, pas plus dans le passé que dans le présent, sauf lorsque les dislocations les ont ultérieurement affectées.

Pour en finir avec les fractures et les filons, il est nécessaire de signaler les grandioses traînées de quartz qui, sur des 30 km. de long et dans une direction à

peu près perpendiculaire à celle du système erzgebirgien, en percent la surface vers le sud dans sa moitié occidentale. On y reviendra au sujet de la répartition de l'instabilité au milieu de tous ces accidents géologiques et en particulier pour les groupes d'épicentres de Graslitz et de Brambach.

Les grands systèmes de plis engendrent souvent aussi à la surface du globe des failles proportionnées qui, prenant naissance le long des lignes de moindre résistance ou de plus grande tension et naturellement parallèles au plissement, permettent les phénomènes volcaniques. Cela n'a point manqué à la région qui nous occupe. Le volcanisme s'est manifesté au sud du plissement principal, sur le bord par conséquent de la falaise que l'Erzgebirge présente au voyageur qui veut par le nord sortir de la cuvette bohémienne. Il commence au Fichtelgebirge, où plutôt dans le voisinage de ce massif, où cinq injections granitiques alignées NO. c'est-à-dire à peu près perpendiculairement à l'Erzgebirge, se montrent débarrassées par la dénudation de leur ancienne couverture de schistes primitifs. Et cette remarquable communauté de direction avec de notables portions des cours des rivières septentrionales, Saale, Elster, Mulde, Elöha, etc., indique bien l'effet de poussées récentes à angle droit sur les anciens plis. Les basaltes se sont fait jour dans le Fichtelgebirge, jusqu'à une hauteur d'environ 300 m.et le petit cône déjà cité du Kammersbühl en est encore le témoin. Autour de Komotau et au sud de Teschen, c'est-à-dire dans le Mittelgebirge, les roches éruptives se montrent de nouveau avec une grande importance. Ce massif présente de nombreux cônes volcaniques, les

uns fort petits, les autres atteignant 500 m. d'un seul jet, et même 800, par exemple le Donnersberg. Ces trois centres s'alignent parallèlement à l'Erzgebirge et les prolongements de cette ligne passent au SW par le Kaiserstuhl et au NE par les volcans bohémiens de la Lusace. Il s'agit donc là d'une fracture volcanique de très grande étendue, mais dont les extrémités précitées n'intéressent point notre région sismique. Les roches éruptives, basaltes, trachytes, leucilites et néphélites se sont épanchées à une époque encore mal déterminée dont on peut dire seulement avec certitude qu'elle a précédé le creusement des vallées actuelles et, par suite, est antérieure à la fin du pliocène. En tout cas, et pour ce qui concerne la répartition actuelle de l'instabilité à la surface de notre région sismique, il est visible que les parties le plus souvent ébranlées ne sont pas en connexion directe avec la fracture volcanique qui en passe bien plus au sud.

La ligne volcanique bohémienne est jalonnée de thermes aussi nombreux qu'importants. Franzensbad, Karlsbad et Teplitz sont les plus célèbres. Ils indiquent bien une région énergiquement disloquée et fracturée mais, ultime manifestation de l'activité volcanique, ils ne donnent pas plus qu'elle un critérium d'actuelle instabilité.

En résumé l'Erzgebirge, tel qu'on l'a défini en l'élargissant, présente à peu près et sur toute sa surface, tous les phénomènes géologiques en relation avec la surrection des chaînes de montagnes, mais les brusques ruptures d'équilibre ou les tremblements de terre ne s'y localisent actuellement qu'en certains points.

Voyons maintenant comment se répartit l'instabilité à la surface de la région erzgebirgienne.

En premier lieu se remarque le groupe d'épicentres très important de Graslitz, Eibenberg, Schwarzenbach et Hartenberg, avec tout un cortège d'épicentres secondaires. Ces localités figurent une ellipse ayant pour grand axe la ligne Kottenheide-Hartenberg (22 km.), et pour petit axe Schwaderbach-Rothau (9 km.). Le premier est perpendiculaire à la ligne de partage des eaux de l'Erzgebirge et l'aire épicentrale, sauf Kottenheide près de son sommet NW, est toute entière située sur le talus méridional de la falaise, en tout cas au sud de la ligne de partage. En outre le terrain y est fort disloqué ; en particulier, il présente un faisceau multiple de ces grands filons quartzeux dont il a été déjà question et qui s'étendent d'Eibenberg au nord à Kohling au sud et au-delà de l'Eger, le tout encore en direction perpendiculaire à l'axe du plissement erzgebirgien principal.

La seconde aire épicentrale importante est celle de Brambach, Asch et Arnsgrün. Moins instable que la précédente, elle en présente exactement les mêmes caractéres. Son grand axe d'à peu près même longueur, va de Gottmannsgrün aux environs de Wildstein et son centre est près d'Oberreuth. Elle est à cheval sur la ligne de partage des eaux avec une faible prédominance de surface au sud de cette ligne. Le grand filonnement quartzeux de l'ouest s'étend dans la même direction que précédemment, et allant de Friedrichsreuth au NW d'Asch à Hazlau, au lieu de couper l'aire épicentrale près de son centre, il ne lui est que tangent à l'ouest, tout en épousant aussi la direction du grand axe.

Cette coïncidence exacte à l'est, mais à l'ouest ré-

duite au parallélisme entre les grands filons quartzeux et par suite les fractures qu'ils ont remplies d'une part et les grands axes parallèles des aires épicentrales elliptiques principales d'autre part, et cela perpendiculairement au pli erzgebirgien, est-elle fortuite ? Evidemment non. On est fatalement amené à conclure que les forces de compression qui ont donné lieu à ces fractures ne sont pas complètement éteintes et se traduisent encore par des séismes. Et ces forces semblent bien en relation avec le plissement continué en raison de la direction de ces fractures à peu près perpendiculaire à l'Erzgebirge. Il faut toutefois observer que la liaison est plus étroite à l'est qu'à l'ouest puisque le filon quartzeux d'Asch laisse d'un seul côté toute l'aire instable de Brambach, c'est à-dire qu'à l'ouest la fracture quartzeuse ne détermine d'instabilité que sur sa lèvre orientale tandis que les cassures semblables de l'est la provoquent des deux côtés, mais cependant point vers le sud puisque dans cette direction elles se prolongent jusqu'au-delà de l'Eger, dans une région beaucoup plus stable. La liaison entre les deux ordres de phénomènes se localise donc en certains points seulement de l'accident géologique. C'est là une observation courante en géographie sismique.

Dans l'intervalle des deux aires épicentrales, Markneukirchen, Schönbach et Wernsgrün ont aussi été le siège de nombreux séismes de relai, ou sympathiques, suivant les deux heureuses expressions maintenant consacrées, c'est-à-dire provoqués consécutivement à l'ébranlement de ces deux aires. Toutefois Markneukirchen est quelquefois le théâtre de chocs propres et indépendants, cas encore plus fréquent pour Adorf.

Nous aurons à revenir sur les tremblements de terre de la vallée de l'Elster blanche d'Œlsnitz à Adorf.

Les deux mêmes aires épicentrales d'ébranlement ont donné lieu à de très importants essaims ou séries de séismes (21 octobre-29 novembre 1897; 16 juin- 21 septembre 1900), si bien étudiés par Becke, Credner et Uhlig, et celle de Graslitz seul du 6 janvier au 5 février 1824. Pendant les deux premières, elles ont joué à peu près simultanément certaines fois et alternativement d'autres fois, de telle manière dans le premier cas qu'il a souvent été difficile de faire la part de chacune d'elles. A maintes reprises des tremblements de terre de relai se sont produits en des épicentres intermédiaires et en particulier Schönbach a souvent rempli ce rôle ainsi que Schwarzenbach, appartenant cependant à l'aire orientale. En outre la plupart des localités de ces aires ont assez souvent à d'autres époques été épicentres de secousses isolées ou par petites séries. Ce sont surtout Asch et Adorf à l'ouest, Bleistadt, Prunles et Hartenberg à l'est. D'ailleurs Brambach et Graslitz même, les points les plus instables de ces aires, ont aussi été souvent épicentres en dehors des trois périodes précédemment indiquées.

On peut donc sans hésitation admettre que les poussées qui, depuis les temps archéens n'ont cessé de plisser l'Erzgebirge, continuent d'agir à notre époque sous forme de séismes dans la région formée par nos deux aires épicentrales et l'espace intermédiaire. C'est là en réalité le centre sismique de ce système de montagnes.

Au nord de l'aire instable de Graslitz et presque sur le prolongement même de son grand axe, mais un peu

plus à l'est et en tout cas sur le prolongement d'un des grands filons quartzeux qui là forment faisceau, se montre un petit groupe d'épicentres autour de Falkenstein, Treuen et Reumtengrün. Faut-il ou non en faire un système différent et dans le premier cas rattacher les séismes qui s'y produisent aux dislocations locales, c'est là question difficile à résoudre.

Dans le prolongement des épicentres intermédiaires de relai, Schönbach et Markneukirchen et perpendiculairement aussi à la direction de l'Erzgebirge, se rencontre Plauen riche en séismes. Cette ville se trouve dans une région disloquée à l'extrême, ce qui suffirait seul à en expliquer l'instabilité. Il faut toutefois observer que son importance propre lui a permis d'accaparer à son profit un certain nombre de secousses à épicêntre inconnu.

A l'est de l'aire de Graslitz et à peu près symétriquement par rapport à celle de Brambach, se voit une ligne de deux épicentres importants mais isolés, Schneeberg et Johanna-Georgenstadt. Doit-on y voir le squelette d'une troisième aire épicentrale, faute d'observations réduite à son grand axe d'ailleurs perpendiculaire aussi à l'Erzgebirge, ou l'effet d'une fracture, ou considérera-t-on ces deux centres comme indépendants et doués d'une instabilité propre en relation avec les dislocations locales, c'est ce qu'il est encore assez difficile de décider.

Bien plus à l'est encore le petit groupe d'épicentres non indépendants, Eisenberg, Deutsch-Neudorff et Katharinenberg, aussi aligné perpendiculairement à l'Erzgebirge ne peut être mis en connexion qu'avec les dislocations locales. Sayda, Dorfschemnitz et Seiffen s'y

rattachent, les secousses qui y ont été ressenties ayant été sans conteste sympathiques. Ce serait une autre aire où le plissement se ferait encore sentir, mais plus faiblement qu'à l'ouest et comme amorti par l'écran que forme le Mittelgebirge à l'Erzgebirge par rapport à la direction SE-NW de cette action.

A simplement examiner la carte sismique on se demandera pourquoi l'on n'a point établi une région instable unique à cheval sur l'Erzgebirge et formant une grande ellipse ayant pour axes Selb-Schneeberg (59 km.) et Plauen-Hartenberg (42 km.), ce dernier axe à peu près perpendiculaire à la chaîne. Cette région sismique, ou le Vogtland instable, ne se présenterait pas uniformément sujette aux séismes, l'étant beaucoup plus dans sa partie méridionale plus abrupte. Mais on ne tiendrait pas ainsi compte de la manière réelle dont les séismes se produisent. Les groupes de Graslitz et de Brambach sont véritablement indépendants, et si parfois ils jouent simultanément, c'est le plus souvent alternativement qu'ils se montrent actifs. Il se produit entre les deux une sorte de balancement harmonique extrêmement curieux.

En dehors de ces principaux essaims d'épicentres, dont deux très importants, il ne s'en rencontre plus que de sporadiques. Il serait téméraire d'attribuer ceux du nord au troisième pli erzgebirgien, ou de Liebschütz. Mais on doit rattacher Hartmannsbach et Börnersdorf à une dislocation voisine et Unterwurschnitz à la fracture si rectiligne que l'Elster blanche suit perpendiculairement à l'Erzgebirge entre Adorf et Œlsnitz, eux-mêmes épicentres de notable instabilité.

Pour chaque épicentre sporadique secondaire, il est

souvent facile de trouver dans le voisinage un accident géologique auquel on peut vraisemblablement rattacher les séismes correspondants. J'estime que c'est là recherche sans intérêt, sauf pour certains cas particuliers. En admettant même que l'on tombe juste quelquefois, cela n'a pas d'importance pour l'ensemble, et en tout cas on risque fort de faire des hypothèses plutôt hasardées.

Il n'en va cependant pas ainsi pour les tremblements de terre dont les épicentres, d'ailleurs assez éloignés les uns des autres, jalonnent la vallée de l'Eger de Wunsiedel à Komotau, et même plus loin à Pritschapel et Teplitz et que l'on doit sans hésitation attribuer à la fracture volcanico-thermale. Cela prouve que les phénomènes sismiques d'une part et les éruptions volcaniques avec les manifestations thermales qui en sont souvent le stade ultime d'autre part, ne sont pas absolument indépendants, ce dont on se doute bien. Tout ce que l'on en peut dire c'est que lorsque les forces internes donnent lieu à ces derniers phénomènes, les séismes n'ont pas en général chance de prendre une grande importance. Et cela est très général à la surface du globe en dépit de l'opinion courante qui ne sépare guère les tremblements de terre des volcans. Comme on l'a souvent dit, ceux-ci forment soupapes de sûreté.

Restent enfin les rares séismes de la vallée de l'Elbe, de Teschen à Dresde. Quoique n'appartenant pas réellement à notre région sismique limitée à la rive gauche du fleuve, on ne saurait, en raison du voisinage, passer sous silence le fait qu'ils sont nettement liés à la grande dislocation du granit du Lausitz, dont le tracé ondulé s'étend parallèlement au fleuve en formant l'Elbsandstein.

Un examen superficiel de la question aurait pu faire supposer que la Suisse saxonne avec ses roches déchiquetées et ses vallées aux falaises abruptes doit être fréquemment agitée par des tremblements de terre. S'il n'en est rien, c'est que l'érosion et la dénudation ont été, plus encore que les dislocations, les principaux facteurs de sa configuration si pittoresque.

Au point de vue numérique, l'étude de l'instabilité de l'Erzgebirge donne les résultats suivants :

52 °/₀ des épicentres se trouvent sur le versant méridional de la chaîne, mais avec 80 °/₀ des séismes, se conformant ainsi à la loi de plus grande instabilité du versant le plus raide.

L'aire épicentrale de Graslitz, celle de Brambach, et enfin le Vogtland instable tout entier et compris entre Selb, Schneeberg, Plauen et Hartenberg, renferment respectivement 17, 14 et 52 °/₀ des épicentres avec 56, 17 et 91 °/₀ des séismes connus.

En résumé les tremblements de terre de l'Erzgebirge sont en énorme proportion confinés dans son raide talus méridional, et au milieu, si l'on ne tient compte que de sa partie non masquée par le Mittelgebirge. Et cela vient à l'appui de cette conclusion qu'ils sont la manifestation actuelle ultime de l'effort de plissement dont le début remonte aux temps archéens. Il est en effet tout naturel de penser que c'est sur le plus raide talus du pli et du côté d'où vient la poussée orogénique que doivent le plus facilement se produire les ruptures d'équilibre. Pourquoi au milieu ? Parce qu'aux ailes de la chaîne, le Fichtelgebirge et le Mittelgebirge arrivés à un stade d'équilibre relatif, servent de bornes à l'efficacité de l'effort SE-NW. Ils forment à l'Erzgebirge, le

premier comme un pilier de soutien, le second un butoir, et c'est au centre de la partie libre de la chaîne, à sa clé de voûte pourrait-on dire, que pourront le plus aisément se produire les séismes, la comparaison avec la voûte étant relative à des poussées venant de sa concavité. Ainsi s'explique l'instabilité du segment Brambach-Graslitz, comme forme définitive du plissement encore continué de nos jours. Les autres causes de séismes, très espacés dans le temps et avec des épicentres très disséminés sur toute la surface de la région, ne correspondraient qu'à 9 °/₀ du nombre total.

On peut donc dire que le plus grand nombre des tremblements de terre de l'Erzgebirge sont des séismes de plissement.

Cette étude a porté sur 1083 séismes, relatifs à 147 épicentres dont voici la liste :

1.	Graslitz	415	20.	Pechnbach	9
2.	Brambach	118	21.	Frankenhammer	8
3.	Schwarzenbach	34	22.	Konstadt	»
4.	Eibenberg	26	23.	Annathal-Rothau	7
5.	Hartenberg	22	24.	Arnsgrün	»
6.	Markneukirchen	»	25.	Fleissen	
7.	Schneeberg	21	26.	Elbogen	6
8.	Plauen	20	27.	Johanna-Georgenstadt	»
9.	Vogtland	17	28.	Uuter-Sachsenberg	»
10.	Rothau	16	29.	Wildstein	»
11.	Eisenberg	12	30.	Eichelberg	5
12.	Erzgebirge	»	31.	Kaaden	
13.	Schönbach	»	32.	Prunles	»
14.	Asch	11	33.	Chemnitz	4
15.	Schönberg	»	34.	Deutsch-Naudorf	»
16.	Adorf	10	35.	Joachimsthal	»
17.	Bleistadt	»	36.	Katarinenberg	»
18.	Selb	»	37.	Meissen	
19.	Falkenstein	9	38.	Oelsnitz	»

39.	Reumtengrün	4	81.	Dippoldiswald	1
40.	Saxe	»	82.	Dorfschemnitz	»
41.	Teplitz	»	83.	Dresde	»
42.	Wernsgrün	»	84.	Erkbach	»
43.	Anna (Sta)	3	85.	Eulabrunn	»
44.	Eger	»	86.	Falkenau	»
45.	Glasberg	»	87.	Freyberg	»
46.	Heinrichsgrün	»	88.	Geilsdorf	»
47.	Karlsbad	»	89.	Glauchau	»
48.	Kottenheide	»	90.	Gottmannsgrün	»
49.	Neuberg	»	91.	Grossrückerswald	»
50.	Oberreuth	»	92.	Grün	»
51.	Pirna	»	93.	Grünbach	»
52.	Schomberg	»	94.	Gurth	»
53.	Teschen	»	95.	Hauenstein	»
54.	Treuen	»	96.	Hazlau	»
55.	Zwoda	»	97.	Himelreich	»
56.	Auerbach	2	98.	Hirchenstand	»
57.	Bad-Elster	»	99.	Karlsfeld	»
58.	Blasewitz	»	100.	Kirchberf	»
59.	Brunndöbra	»	101.	Klingenthal	»
60.	Ebersbach	»	102.	Komotau	»
61.	Ellefeld	»	103.	Leipzig	»
62.	Fischtelgebirge	»	104.	Lengenfeld	»
63.	Fischern	»	105.	Lichtenberg	»
64.	Frubüss	»	106.	Lunzenau	»
65.	Hartmannsbach	»	107.	Maldenberg	»
66.	Königsberg	»	108.	Maria-Kulm	»
67.	Pernau	»	109.	Münchberg	»
68.	Pritschapel	»	110.	Neukirchen	»
69.	Sayda	»	111.	Neukirchen	»
70.	Schönau	»	112.	Nieder-Georgenthal	»
71.	Schwaderbach	»	113.	Nieder-Wiesa	»
72.	Unter-Wurschnitz	»	114.	Ober-Schieda	»
73.	Ursprung	»	115.	Ottendorf	»
74.	Zwickau	»	116.	Ottendorf	»
75.	Albertsberg	1	117.	Panitzsch	»
76.	Aurswalde	»	118.	Peritz	»
77.	Berga	»	119.	Plumberg	»
78.	Bergen	»	120.	Raa	»
79.	Brockau	»	121.	Reuss (Principauté de)	»
80.	Brux	»	122.	Rommersreuth	»

123.	Rossbach	1	136.	Unter-Morgenrothe	1
124.	Schönbach	»	137.	Voigtsberg (Schloss).	»
125.	Schöneck	»	138.	Voitersreuth.	»
126.	Schönheide	»	139.	Waitzengrün.	»
127.	Schönlind	»	140.	Waldenburg	»
128.	Schwarzbach	»	141.	Weissbach	»
129.	Seiffen	»	142.	Weisschlitz	»
130.	Siebenlehn	»	143.	Wernersreuth	»
131.	Stein	»	144.	Wiesenthal (Böhmisch)	»
132.	Stollberg	»	145.	Wunsiedel	»
133.	Stolpen	»	146.	Zittau	»
134.	Thonnbrunn	»	147.	Zöblitz	»
135.	Thum	»			

Vannes, le 27 décembre 1901.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Assemblée générale du 18 décembre 1901.

E. Chuard et F. Porchet. Contribution à la chimie des vins. — F. Jaccard. Blocs exotiques de la Hornfluh. — Dr H. Schardt. Blocs exotiques de la Hornfluh. — C. Dusserre. Lombrics et terre arable.

MM. E. Chuard et F. Porchet. *Contribution à la chimie des vins.*

M. le prof. E. Chuard présente à la Société un premier appareil construit sur les données du laboratoire de la Station viticole ; c'est une *sonde à moût à 3 échelles.* L'une porte les degrés Œchslé, l'autre la quantité de sucre indiquée en % qui correspond aux degrés densimétriques, la troisième donne le % d'alcool qui sera contenu dans le vin provenant du moût sondé.

Un graphique, résumant les résultats d'un grand nombre d'analyses faites pendant une série d'années montre la concordance très satisfaisante qui existe entre la quantité de sucre indiquée par la sonde et celle trouvée par l'analyse chimique.

M. Chuard résume ensuite la question de l'acide sulfureux dans les vins et montre l'importance qu'il y a pour un négociant de pouvoir déterminer rapidement si ses vins contiennent plus de 20 millig. d'acide sulfureux libre par litre, ce qui est la quantité maximum tolérée par la plupart des législations. Le deuxième appareil présenté à la

Société est une pipette construite de façon à indiquer rapidement si la quantité d'acide sulfureux libre contenu dans un vin est comprise entre 15, 20 et 25 millig. ou si elle est supérieure à ce dernier chiffre.

M. F. Jaccard parle des *blocs exotiques de la Hornfluh*. L'existence de pointements de roches éruptives, tous situés dans la région de la Brèche jurassique, tant Brèche du Chablais que Brèche de la Hornfluh, a toujours excité la curiosité des géologues.

Huit gisements de ces blocs exotiques existant dans le Chablais ont été décrits par MM. Michel-Lévy et Lugeon : un neuvième, découvert par Studer, dans la vallée des Fenils (Alpes bernoises), a été décrit par MM. Schardt et Rittener. MM. Rœssinger et Bonard en ont étudié un dixième et onzième[1]. Ces pointements sont situés soit à Wittern, soit à Weissenfluh au nord-est de Gessenay : ce sont des gabbros hypoabyssiques très altérés.

Mis en éveil par cette trouvaille, M. Frédéric Jaccard, après quelques recherches sur le terrain, peut signaler six nouveaux gisements, tous au sud de Zweisimmen (carte Siegfried 462) :

1° Celui de Halten. C'est un gros bloc de 3 mètres de long sur 2m,50 de large et 1 1/2 m. hors terre.

2° Celui de la courbe 1200, sur le même sentier, est un gros bloc encastré dans le flisch, sur lequel reposent d'abord une couche de roche plus compacte de couleur jaune (60 cm. d'épaisseur), puis des schistes noirs bordés d'un filon bréchoïde. L'affleurement a 6 mètres de long sur 3 de large; il se continue 15 mètres plus haut, sur le même sentier, pour se perdre ensuite sous le gazon.

3° A la cote 1298, marquée à Faug, nous avons surtout des blocs parsemés, formant un petit monticule, blocs pouvant atteindre de 5 à 6 mètres en longeur. L'affleurement se continue par deux gros blocs de 9 mètres de lon-

[1] *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*

gueur cachés dans le groupe de sapins à dix mètres à peu près de la cote 1298,

4° Au « **n** » final de Weiermatten, nous avons de nouveau des blocs parsemés sur une longueur de 7 à 8 mètres.

5° A la courbe 1620, à 100 mètres sur la gauche de la barrière qui sépare le pâturage d'Eggweid de celui de Rindenberg, un bloc de 30 mètres de long sur 15 de large et à peu près 6 de hauteur, dont une partie est à découvert par suite de la chute d'un sapin. Dans le bloc se trouvent des lentilles de ces mêmes schistes noirs de l'affleurement 4. Elles ont de 5 à 15 cm. La ligne de démarcation entre la roche cristalline et le schiste a une grande netteté. Les schistes noirs en se décomposant deviennent blanchâtres.

Enfin 6°, un peu au-dessous du premier « **e** » de Rindenberg, des blocs épars sur une étendue de 50 mètres à peu près.

Tous ces blocs sont des gabbros hypoabyssiques plus ou moins altérés. Ils sont encastrés dans le flysch qui se trouve sous le massif de la Brèche. Ce sont les restes d'anciennes lames cristallines, comme tendrait à le prouver l'alignement des quatre premiers sur une longueur de 1 ½ km.

M. Fr. Jaccard signale en outre l'existence, en avant du massif de la Brèche, de roches siliceuses, encastrées dans le flysch, soit à Regenmoos (S.-E. Boltigen, carte Siegfried 366), roche que l'on retrouve alignées sur 2 ½ km. au sud de Garstatt jusqu'à Zimmerboden. L'étude de ces gisements montrera si ce sont des blocs exotiques.

M. le prof. E. Renevier dépose sur le bureau un travail de M. le Dr H. Schardt relatif également aux *blocs exotiques de la Hornfluh*.

M. C. Dusserre parle de *l'action des lombrics sur la composition chimique de la terre arable*. Depuis la publication en 1882, de la magistrale étude de Darwin, un certain nombre d'observateurs se sont occupés du même sujet et

ont recherché surtout quelle est l'action des vers de terre sur la matière organique du sol; on ne trouve, dans leurs travaux, que peu de renseignements sur les transformations que pourraient avoir subies les substances minérales de la terre.

M. Dusserre a placé des lombrics sur de la terre de jardin, tamisée pour en séparer tous les débris organiques un peu gros, et placée dans une caisse, ces animaux ont avalé la terre, soit pour leur nourriture, soit pour creuser leurs galeries et l'ont rejetée à la surface sous forme des turricules bien connus. Ces déjections ont été analysées, en même temps que la terre.

L'analyse a montré que la matière organique des déjections était plus humifiée et sa nitrification environ cinq fois plus rapide que pour celle contenue dans la terre. La proportion d'acide phosphorique assimilable, c'est-à-dire soluble dans les acides étendus, a été quelque peu augmentée, tandis que les combinaisons de la potasse n'ont pas subi de modifications.

La quantité de chaux totale, sous forme de diverses combinaisons, est la même dans la terre et dans les déjections, mais la proportion à l'état de carbonate a été modifiée : de 4.46 °/₀ dans la terre, elle a passé à 6.79 °/₀ dans la déjection. Le même phénomène se présente dans les conditions naturelles : l'analyse d'un grand nombre d'échantillons de déjections des lombrics et de la terre sous-jacente montre partout une augmentation dans la teneur en carbonate de chaux des déjections : cette augmentation est variable et s'est élevée de 0.1 à 1 et même 9 °/₀ dans un cas.

Les lombrics possèdent de chaque côté de l'œsophage trois paires de grosses glandes qui sécrètent une quantité surprenante de carbonate de chaux, que l'on y trouve sous forme de petits cristaux ou de concrétions. Cette formation du carbonate s'y produit aux dépens des autres combinaisons de la chaux, probablement surtout de l'humate, dont l'acide humique peut jouer un rôle dans l'alimentation de ces animaux.

D'après Darwin, les vers de terre rejettent en moyenne, par année, une quantité d'environ 25,400 kg. de déjections, sur la surface d'un hectare; en supposant que l'augmentation dans le taux du calcaire s'élève de 0,1 à 1 %, ce serait une quantité de 25,4 à 254 kg. de cette substance qui serait regénérée, par hectare et par an. On sait que le calcaire tend à disparaître peu à peu des sols par l'action dissolvante des eaux météoriques.

A côté de leur rôle sur l'aération et l'ameublissement des sols, les lombrics exercent donc encore une action chimique importante par la transformation des matières végétales en humus, plus facilement décomposable et nitrifiable, par leur action dissolvante sur certaines substances minérales et par la régénération du carbonate de chaux.

Séance du 8 janvier 1902.

G. Martinet. Sélection de la pomme de terre. — F.-A. Forel. Glaciers du Mont-Blanc. — E. Chuard et F. Porchet. Traitements cupriques et maturation. — M. Lugeon. Lave du Vésuve.

M. G. Martinet présente à la Société les résultats de ses recherches sur la *sélection des pommes de terre*, et met en relief un certain nombre de faits qui permettent de dégager quelques lois des conditions de l'hérédité.

M. F.-A. Forel démontre, d'après des gravures aquarellées du peintre Carl Hackert (mort à Lausanne en 1800), l'existence d'un état de maximum des *glaciers du Mont-Blanc en 1780*. Le glacier d'Argentière descendait jusqu'à 50 m. de l'Arve et atteignait les dimensions figurées sur le terrain par les moraines de 1820 : le glacier des Bossons ou d'Argentière apparaissait comme une haute muraille blanche au-dessus de la moraine latérale de droite ; le glacier des Bois s'étendait dans la plaine jusque tout près du village des Bois, entre le rocher des Mottets et la grande moraine latérale droite ; la source de l'Arveron sortait d'une grotte ou porte glacière aussi superbe que

celle décrite par les visiteurs du glacier en 1820 ou en 1850. Les glaciers du Mont-Blanc étaient donc en état de maximum analogue à ceux de 1820 à 1855, beaucoup plus avancé que celui de 1893.

MM. E. Chuard et F. Porchet. *L'influence des traitements cupriques sur la maturation des fruits.*

M. F. Porchet fait part des résultats qui ont été obtenus pendant les années 1900 et 1901. Ceux-ci confirment les conclusions déjà présentées à la Société. Les fruits provenant d'arbustes sulfatés se montrent plus riches en sucre et plus pauvres en acides que ceux des arbustes témoins. Cette modification de la composition chimique doit être attribuée, pour une large part, au fait que, les traitements cupriques accélérant la maturation, on n'a pas, lors d'une prise d'échantillons, des fruits également mûrs dans les deux lots d'arbustes.

Cependant les essais faits sur le framboisier ont montré que, même dans des fruits arrivés au même degré de développement, on constate une plus-value en sucre dans ceux ayant été récoltés sur des plantes traitées à la bouillie bordelaise.

M. le Dr M. Lugeon présente un magnifique échantillon de *lave du Vésuve.*

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE GENÈVE

Séance du 13 février 1902

I. Goldberg. Préparation de l'o-oxybenzophénone. — A. Bach. Action de l'acide chromique sur le peroxyde d'hydrogène. — F. Kehrmann et B. Flürscheim. Sels de l'acide silicotungstique. — C. Græbe et S. Rostovzeff. Action des hypochlorites sur les amides.

Mlle I. Goldberg fait une communication sur la *préparation de l'o-oxybenzophénone* à partir des dérivés de l'acide salicylique.

M. A. Bach a étudié *l'action de l'acide chromique sur le peroxyde d'hydrogène*. Il a, d'une part, mesuré le volume de l'oxygène dégagé dans la réaction et, d'autre part, déterminé la quantité de cet élément qui reste disponible dans la solution après l'expérience. Ces deux méthodes l'ont conduit aux mêmes résultats, qui sont les suivants :

1° En l'absence d'autres acides, l'acide chromique met en liberté une quantité d'oxygène qui correspond exactement à celle de l'oxygène actif contenu dans le peroxyde. L'acide chromique reste lui-même inaltéré et conserve la faculté de décomposer de nouvelles quantités de peroxyde.

2° En présence d'acide sulfurique, il y a réduction simultanée de l'acide chromique et du peroxyde, avec dégagement d'oxygène et formation de sulfate de chrome. Pour deux molécules de peroxyde il y a une molécule d'acide

chromique qui est réduite. La réaction a donc lieu selon l'équation :

$$4\ CrO_3 + 8\ H_2O_2 + 6\ H_2SO_4 = 2\ Cr_2(SO_4)_3 + 7\ O_2 + 14\ H_2O$$

M. Bach estime que les hypothèses de Traube et de Berthelot ne sont pas conciliables avec ces résultats.

M. F. Kehrmann a repris, en collaboration avec M. B. Fluerscheim, l'étude des *silicotungstates*, découverts et décrits par Marignac. Après avoir cherché longtemps en vain un bon procédé de séparation quantitative des acides silicique et tungstique, les auteurs sont revenus à une méthode déjà utilisée par Marignac, mais que celui ci avait abandonnée comme inexacte. En la modifiant, ils ont réussi à lui faire donner des résultats absolument satisfaisants. Cette méthode repose sur l'évaporation répétée du mélange des oxydes avec l'acide fluorhydrique aqueux. Quant à la séparation de l'acide et des bases, dans les silicotungstates, elle peut s'effectuer à l'aide du chlorhydrate de quinoléine ; celui-ci précipite complètement l'acide, et l'on peut doser la base, dans le liquide filtré, à l'état de chlorure ou de sulfate.

Les recherches de MM. Kehrmann et Flürscheim ont confirmé la composition assignée par Marignac à l'acide silicotungstique et à son isomère, l'acide tungstosilicique. Elles se sont trouvées, par contre, en contradiction avec l'observation de ce savant, que ces acides forment deux séries distinctes de sels correspondant aux formules :

$$2\ K_2O.\ SiO_2.\ 12\ TuO_3 + aq.$$
$$\text{et } 4\ K_2O.\ SiO_2.\ 12\ TuO_3 + aq.$$

Elles ont montré de la façon la plus certaine que, dans la soit-disant transformation de la première série dans la seconde, il y a dédoublement de l'acide. L'action du carbonate de potasse sur le silicoduodécitungstate acide de potassium s'effectue, par exemple, selon l'équation suivante :

$$2\ (2\ K_2O.\ SiO_2.\ 12\ TuO_3) + 7\ K_2CO_3 =$$
$$7\ K_2O.\ 2\ SiO_2.\ 20\ TuO_3 + K_2\ TuO_4 + 7\ CO_2.$$

Les silicotungstates se comportent donc, à ce point de vue, de la même manière que les phosphotungstates et arséniotungstates, et que les dérivés analogues du molybdène.

M. le prof. Græbe rend compte d'essais qu'il a faits avec M. S. Rostovzeff, concernant *l'action des hypochlorites et hypobromites sur les amides*. La salicylamide fournit, suivant les circonstances, de l'*o*-aminophénol ou de l'oxycarbanile $C_6H_4<\begin{matrix}O\\NH\end{matrix}>CO$. La benzamide se convertit d'abord dans le composé $C_6H_5.CO.NHCl$: si on dissout celui-ci dans une quantité équimoléculaire de soude caustique, on voit se déposer peu à peu de la diphénylurée $(C_6H_5.NH)_2CO$.

Séance du 13 mars

A. Pictet et P. Genequand. Acide diacétylorthonitrique. — F. Ullmann et L. Frentzel. Décomposition des diazoïques par le chlorure cuivreux. — A. Bach et R. Chodat. Rôle des peroxydes dans l'économie de la cellule vivante.

M. le prof. Amé Pictet relate une observation qu'il a faite avec M. P. Genequand. Lorsqu'on mélange l'anhydride acétique avec l'acide nitrique de densité 1,42 (lequel renferme principalement l'hydrate $HNO_3.H_2O$), on remarque un vif dégagement de chaleur. Si l'on soumet ensuite le produit à la distillation fractionnée, on parvient rapidement à isoler un liquide bouillant d'une façon constante à 127,7° sous 750 mm. de pression, et possédant à 15° une densité de 1.196. L'analyse conduit à la formule $C_4H_6NO_7$.

On arrive au même résultat en mélangeant, dans des proportions quelconques, l'acide nitrique fumant, de densité 1,52, avec l'acide acétique glacial. Là encore, il y a dégagement de chaleur, et le fractionnement fournit un liquide identique au précédent.

Ce liquide n'est point un simple mélange d'acides acétique et nitrique, mais une combinaison nettement définie ; cela résulte :

1° De son point d'ébullition, qui est plus élevé que celui de chacun des deux constituants ;

2° De la détermination cryoscopique de son poids moléculaire (dans le bromure d'éthylène), qui correspond à la formule indiquée ci-dessus ;

3° Du fait qu'il possède des propriétés chimiques très différentes de celles que l'on devrait attendre d'un mélange d'acide acétique et d'acide nitrique.

Les auteurs considèrent ce composé comme le *dérivé diacétylé de l'acide orthonitrique* et estiment qu'il prend naissance par addition des deux constituants (anhydride acétique et acide nitrique hydraté ou acide acétique et acide nitrique anhydre) selon l'une ou l'autre des deux équations suivantes :

$$1)\quad \begin{matrix} CH_3.CO \\ CH_3.CO \end{matrix}\!\!>\!O + \begin{matrix} HO \\ HO \end{matrix}\!\!>\!\overset{\overset{OH}{|}}{N} : O = \begin{matrix} CH_3.CO.O \\ CH_3.CO.O \end{matrix}\!\!>\!\overset{\overset{OH}{|}}{N}\!<\!\begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix}$$

$$2)\quad \begin{matrix} CH_3.COOH \\ CH_3.COOH \end{matrix} + O : \overset{\overset{OH}{|}}{N} : O = CH_3.CO.O\!>\!\overset{\overset{OH}{|}}{N}\!<\!\begin{matrix} O.CO.CH_3 \\ OH \end{matrix}$$

MM. Pictet et Genequand se proposent de soumettre à une étude approfondie ce nouveau dérivé, ainsi que les combinaisons analogues que pourront donner d'autres acides organiques.

M. F. Ullmann a continué, en collaboration avec M. Frentzel, les recherches qu'il avait entreprises avec M. W. R. Forgan[1] sur la *décomposition des sels diazoïques par le chlorure cuivreux*. On obtient, suivant la nature de l'amine dont ont est parti, ou des composés azoïques ou des dérivés du biphényle.

L'aniline, l'ortho- et la paratoluidine fournissent les composés azoïques correspondants (rendement 5-15 % de la théorie) ; les trois nitranilines donnent des dérivés du biphényle : la *p*-nitro-*o*-toluidine un mélange de dinitroditolyle (pt de fusion 173°) et de dinitroazotoluène (pt de

[1] *Archives*, **13**, 191.

fusion 265°) : l'*o*-nitro-*p*-toluidine, en revanche, se convertit principalement en dinitro-*p*-ditolyle (pt de fus. 173°). La nitrotoluidine 1. 2. 3 fournit un dinitroditolyle fusible à 109°, son isomère 1. 2. 5 un mélange des dérivés biphénylique (pt de fus. 166,5°) et azoïque (pt de fus. 251°). L'acide *o*-nitro-aniline *p*-sulfonique donne exclusivement l'acide dinitrobiphényle-*p*-sulfonique.

M. A. Bach expose les résultats de la première partie des recherches qu'il a entreprises en collaboration avec M. le prof. Chodat sur le *rôle des peroxydes dans l'économie de la cellule vivante*. Tout processus d'oxydation lente donnant lieu à la formation de peroxydes, ceux-ci doivent aussi se former au sein de la cellule vivante et y jouer un rôle défini. C'est ce rôle que MM. Bach et Chodat se sont proposés d'étudier. Avant tout, il s'agissait de déterminer si les peroxydes et en particulier le peroxyde d'hydrogène, sont effectivement, comme certains auteurs (Löw, Pflüger) le prétendent, des poisons protoplasmiques, qui détruisent par oxydation les groupements atomiques actifs du protoplasme vivant. A cet effet, les auteurs ont cherché à cultiver des plantes inférieures à partir de spores dans des milieux nutritifs additionnés de quantités variables, mais exactement déterminées, de peroxyde d'hydrogène. Ils ont opéré sur des cultures pures de *Penicillium glaucum*, de *Rhizopus nigricans* et de *Sterigmatocystis nigra*. Les nombreuses expériences auxquelles ils se sont livrés ont démontré que ces champignons peuvent prospérer dans ces milieux contenant des proportions relativement considérables de peroxyde d'hydrogène. Le *Sterigmatocystis nigra* arrive notamment à la maturité complète dans un milieu additionné de 1 % de peroxyde. Il résulte de ces expériences que la vie de la cellule est parfaitement compatible avec la présence de peroxyde d'hydrogène. MM. Bach et Chodat poursuivent leurs expériences et chercheront à se rendre compte de l'influence que la présence du peroxyde d'hydrogène peut avoir sur l'action oxydante exercée par certains champignons. A. P.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE

PAUL-L. MERCANTON. CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PERTES D'ÉNERGIE DANS LES DIÉLECTRIQUES. — *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles.* Décembre 1901.

Le travail que vient de publier M. Mercanton est une contribution fort utile à l'étude des diélectriques en même temps qu'un intéressant résumé bibliographique de la question.

La méthode employée par l'auteur dérive de celle de Beaulard, qui permet de suivre le phénomène de l'hystérésis dans ses diverses phases. Elle a été néanmoins très notablement perfectionnée et rendue automatique, ce qui en rend les résultats plus exacts.

Les recherches ont tout particulièrement porté sur l'énergie consommée dans des diélectriques formés d'un mélange de paraffine et de corps plus ou moins conducteurs incorporés dans sa masse (charbon, aluminium graphite, colophane, soufre, etc.). Dans ces diélectriques la perte d'énergie s'est montrée inappréciable. Par contre le noir de fumée associé à l'huile de vaseline ou à la paraffine, constitue un diélectrique au sein duquel les phénomènes d'hystérésis sont très marqués.

Contrairement à ce que l'on observe dans les milieux magnétiques, les vibrations mécaniques, chocs, trépidations, etc., ne paraissent pas influer sur la dissipation d'énergie dans les diélectriques étudiés.

Enfin l'étude d'un condensateur paraffine-noir de fumée a fait très nettement ressortir l'influence de la fréquence

et l'existence du maximum de consommation d'énergie rapportée au cycle et au cm^3.

A noter également le fait que deux lames diélectriques sans résidus appréciables (colophane et paraffine) juxtaposées et formant condensateur, ne paraissent pas être le siège d'une dissipation d'énergie; cela contrairement aux idées émises par Micraoka. C.-E. G.

P. Duhem, professeur à l'Université de Bordeaux. — Thermodynamique et Chimie. — Leçons élémentaires à l'usage des chimistes. Paris, 1902, chez A. Hermann, gr. in-8, 496 p.

Le savant professeur de Bordeaux vient de publier, sous une forme à la fois concise et claire, un excellent manuel dans lequel se trouvent exposés les principes fondamentaux de la thermodynamique et ses applications récentes à la chimie. On sait en effet que celles-ci ont pris une importance considérable à la suite de la remarquable *Loi des phases*, véritable théorème d'algèbre formulé par J.-W. Gibbs, dont les physico-chimistes hollandais van der Waals, Bakhuis-Roozboom, van t'Hoff ont multiplié les applications pour résoudre les questions les plus compliquées de la chimie physique contemporaine.

Ce sont ces tendances ultra-modernes que M. Duhem s'est attaché à exposer avec le plus grand soin dans l'ouvrage que nous signalons à l'attention des spécialistes.

Evidemment, comme toujours, lorsqu'il s'agit de doctrines nouvelles, bien des points sont encore à éclaircir et feront l'objet de nouvelles discussions. Mais pour les mener utilement jusqu'au bout il ne suffit pas de prendre pour guide les résultats acquis de ces conceptions modernes; il faut connaître encore exactement le champ dans lequel celles-ci peuvent être appliquées avec sécurité et ne jamais oublier que les théorèmes les plus suggestifs et souvent les mieux vérifiés par l'expérience, ont cependant toujours pour bornes les limites d'exactitude des hypothèses dont ils découlent. « Celui donc qui ne sait d'où vient

une règle, risque de l'employer en des cas où son usage est proscrit et de trouver en elle, non point un guide sûr, mais une conseillère d'erreur. »

Les questions traitées dans l'excellent ouvrage de M. Duhem sont trop spéciales pour être analysées ici une à une ; il suffira d'avoir signalé l'esprit vraiment scientifique dont l'auteur s'est inspiré et d'indiquer en terminant les grandes subdivisions de son travail.

Les premières leçons sont consacrées aux principes fondamentaux de la thermodynamique : travail et force vive : quantité de chaleur et énergie interne : calorimétrie chimique ; équilibre chimique : statique chimique. Vient ensuite l'exposé de la règle des phases et de son application aux systèmes plurivariants et univariants, aux points multiples et aux points de transition ; ces chapitres sont complétés par une étude du déplacement de l'équilibre dans les divers systèmes, avec examen plus approfondi des cas des cristaux mixtes, mélanges isomorphes, antipodes optiques et alliages métalliques. Les dernières leçons sont enfin consacrées aux états critiques, à la mécanique chimique des gaz parfaits, aux faux équilibres réels et à la dynamique chimique. P. G.

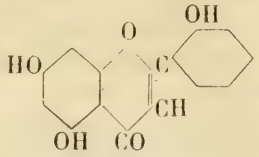
CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

St. von Kostanecki et F. Webel. Sur un isomère de l'apigénine (*Berichte*, t. XXXIV, p. 1454, Berne).

En condensant l'éther éthylique de l'acide éthylsalicylique avec l'éther triméthylique de la phloracétophénone en présence de sodium, les auteurs ont obtenu la 2. 4. 6 *triméthoxy-2'-éthoxybenzoylacétophénone* $(CH^3O)_3\ C^6H^2\ CO.\ CH^2.\ CO.\ C^6H^4.\ OC^2H^5$, qui cristallise en longs prismes F. 112°, dont la solution alcoolique est colorée en rouge par le perchlorure de fer. Cette cétone pourrait donner, par fermeture de la chaîne, deux trioxyflavones isomères.

soit la 1. 3. 2′ et la 2′. 4′. 6′ trioxyflavone. En réalité, les auteurs, en la chauffant pendant plusieurs heures à l'ébullition avec de l'acide iodhydrique, n'ont pu retirer du produit de la réaction que la *1. 3. 2′ trioxyflavone*



Ce dérivé, facilement soluble dans l'alcool, moins facilement dans l'acide acétique cristallise en aiguilles faiblement colorées en jaune, F. 281°. Il est facilement soluble dans les alcalis avec une couleur jaune verdâtre et se colore en jaune lorsqu'on l'humecte avec de l'acide sulfurique concentré. *Son dérivé triacétylé* est en aiguilles soyeuses, F. 178°. En chauffant la trioxyflavone en solution alcoolique avec de la potasse caustique et de l'iodure de méthyle, on obtient la *3. 2′ diméthoxy-1 oxyflavone* $C^{15}H^7O^2$ $(OCH^3)_2$ OH, F. 154-156°, dont le *dérivé acétylé* est en aiguilles blanches, F. 96-97°. La *3. 2′ diéthoxy-1-oxyflavone,* préparée d'une manière analogue, est plus facilement soluble dans l'alcool que le dérivé méthoxylique et cristallise en aiguilles jaune pâle, F. 108-110°. Son *dérivé acétylé* est en aiguilles blanches, F. 120-122°. Lorsqu'on chauffe avec précaution la *2. 4. 6. triméthoxy-2′-éthoxybenzoylacétophénone* avec l'acide iodhydrique, la fermeture de la chaîne peut avoir lieu sans que l'éther neutre de la 1. 3. 2′-trioxyflavone soit décomposé ; on obtient donc dans ce cas la *1. 3-diméthoxy-2′ éthoxyflavone* $C^{15}H^7O^2$ $(OCH^3)_2$ OC^2H^5, qui cristallise dans l'alcool en aiguilles blanches, fusibles à 164-165°

E. Diller et St. von Kostanecki. Sur la synthèse de la lutéoline (*Berichte*, t. XXXIV, p. 1449, Berne).

En modifiant légèrement la méthode de préparation indiquée antérieurement de la *2. 4. 6. 3′. 4′ pentaméthoxy-*

benzoylacétophénone, les auteurs sont arrivés à l'obtenir sous forme cristalline, avec un point de fusion de 112-113°,5. A cet effet, ils chauffent à 120° le mélange d'éther éthylique de l'acide vératrique et l'éther triméthylique de la phloracétophénone en présence de sodium jusqu'à ce que celui-ci ait disparu. Avec l'éther éthylique de l'acide vanillique, ils ont obtenu dans les mêmes conditions la *2. 4. 6. 3' tétraméthoxy-4'-éthoxybenzoylacétophénone* $(CH^3O)_3 C^6H^2. CO. CH^2. CO. C^6H^3 (OCH^3) (OC^2H^5)$, F. 106-107°. Cette dicétone, traitée en solution dans le chloroforme par le nitrite d'amyle en présence d'acide chlorhydrique, donne une combinaison isonitrosée qui cristallise dans un mélange d'acide acétique et d'alcool en aiguilles jaunes, fusibles vers 170°. La dicétone ci-dessus, traitée par l'acide iodhydrique de D = 1.7, se transforme en *1. 3. 3' triméthoxy-4' éthoxy-flavone*, qui, cristallisée dans le xylène, se présente sous la forme d'aiguilles blanches, fusibles à 222-222°.5 et dont la solution alcoolique chaude est douée d'une faible fluorescence bleue. Il faut faire bouillir à plusieurs reprises ce dérivé avec de l'acide iodhydriqve D = 1.9 pour le transformer en lutéoline. Il se forme intermédiairement un *éther méthylique de la lutéoline*, que les auteurs ont reproduit en chauffant la triméthoxy-éthoxyflavone avec parties égales d'acide acétique et d'acide iodhydrique; cet éther cristallise en feuillets F. 270°. D'après ses propriétés tinctoriales, les auteurs sont conduits à admettre qu'il constitue la *3-méthoxy-1. 3'. 4' trioxyflavone.* F. R.

W. Butkewitsch. Sur la présence d'une enzyme protéolytique dans les graines germées et sur son action (*Ztschr. physiol. Ch.*, 32, 1 à 53, 16/3, 1901 [14/12, 1900], Zurich).

L'auteur décrit en détail les recherches dont il a fait un court exposé dans deux communications provisoires (*Ber. Dtsch. Ch. Ges.*, 18, 185 et 358; C. 1900, II, 386, et C. 1901, I, 190).

E.-J. Constam et J. Cola Bennett. Sur les hyperborates. Réponse a M. Tanatar (*Z. anorg. Ch.*, 26, 451, 21/1, Zurich).

A propos d'une publication des auteurs, Tanatar (*Z. anorg. Ch.*, 25, 265; C. 1900, II, 1006) prétend que la conception attribuant à l'acide hyperborique le caractère monobasique a été déjà établie par lui thermochimiquement. Les auteurs regardent cette assertion comme erronée, car les essais de Tanatar sur la basicité de cet acide n'étaient aptes à fournir aucun renseignement à ce sujet et tendaient uniquement à prouver que les hyperborates ne se comportent pas comme des peroxydes, mais comme des sels d'un acide faible.

A. Tschirch et B. Niederstadt. Sur un copal néo-zélandais (Kauri-Busch-Kopal) retiré du dammara australis (*Arch. der Pharm.*, 239, 145-60, 25/3 [27/1], Berne).

Acide kaurique. Obtenu en agitant la solution éthérée du copal avec du carbonate ammoniacal à 1 % (rendement en produit brut 1 ½ %). Après cristallisation, la substance fond à 192°. Pouvoir rotatoire spécifique + 51,66°. Composition $C_{10}H_{16}O_2$. Cet acide présente une certaine analogie avec l'acide podocarpique.

Acides α et β kauroliques. Ces combinaisons sont retirées, après élimination de l'acide kaurique, par des extractions multiples effectuées à l'aide d'une solution de carbonate sodique à 1 % (rendement 50 % environ). Le mélange incristallisable est traité par l'acétate de plomb alcoolique qui précipite un sel plombique α, insoluble dans l'alcool, et un sel β, soluble dans ce véhicule. Ces deux acides se présentent sous la forme de substances pulvérulentes blanches, optiquement actives, à caractère acide faible et solubles dans les dissolvants usuels. L'acide α kaurolique fond à 81-83°, l'acide β kaurolique à 85-87°.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1902

Janvier

253 *bis*. Bach (A.). Du mécanisme de l'action du peroxyde d'hydrogène sur l'acide permanganique. Genève. — *Arch. des Sc. phys. et nat.* **13**. 41.

253 *ter*. Bach (A.). Du mécanisme de l'action du peroxyde d'hydrogène sur l'acide permanganique. Genève. — *Mon. scient.* (4) **10** (1) 16.

276. Bach (A.). Zur Frage nach der Existenz höherer Hydroperoxyde. Genf. Privatlab. — *Berichte* **35**. 158.

277. Bamberger (Eug.). Ueber Ester von Nitronsäuren und über Arylazoaldoxime. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 54.

90 *bis*. Bamberger (Eug.) und Frei (Johannes). Ueber die Einwirkung von Salzsäure auf Arylazoacetaldoxime. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 82.

278. Bamberger (Eug.) und Grob (Jac.). Ueber Phenylazoæthylidennitronsäureester und Phenylazoacetaldoxim. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 67.

279. Bamberger (Eug.) und Rüst (Ernst). Zur Umlagerung der Nitroparaffine. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 45.

280. Briner (Emile). Recherches sur l'électrolyse du chlorure de sodium. *Thèse*. Genève (Prof. Guye).

281. Gaule (Justus). Die Blutbildung im Luftballon. Zürich. Physiolog. Institut. — *Pflüger's Arch.* **89**. 119.

82 *bis*. Gnehm (R.) und Veillon (L.). Zur Kenntniss des m-Oxyphenyl-p-tolylamins. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Journal für prakt. Ch.* **65**. 49.

282. Græbe (C.). Ueber Darstellung von Chlor mittels übermangansaurer Salze. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 43.

262 *bis*. Guye (Ph.-A.) et Mallet (Ed.). Recherches expérimentales sur la mesure des constantes critiques. Genève. Lab. de chimie physique de l'Univ. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **13**. 30. 129. 274.

283 Jensen (Orla). Studien über das Ranzigwerden der Butter. Bern. Lab. der schweiz. landw. Versuchsanstalten. — *Centr.-Blatt. für Bakter.* (2) **8**. 11. 42. 74. 107. 140. 171.

284. Kahlbaum (Georg W.-A.), Roth (Karl) und Siedler (Philipp). Ueber Metalldestillation und über destillierte Metalle. Basel. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **29**. 177.

22 *ter*. Landriset (A.) et Rossel (A.). Analyse du gaz acétylène produit par les carbures de calcium du commerce et sa purification pour l'éclairage. Genève et Soleure. — *Archives des Sc. phys. et nat.* **13**. 49.

285. Lunge (G.). Ueber die angebliche Reaction von Brucin auf salpetrige Säure. Zürich. Polytechn. — *Zeitschr. für angew. Ch.* **15**. 1.

286. Lunge (G.). Zur Analyse des Schwefelkieses und zur Schwefelsäurebestimmung im Allgemeinen. Zürich. Polytechn. — *Zeitschr. für angew. Ch.* **15**. 73.

287. Mai (J.). Einwirkung von unterphosphoriger Säure auf Diazoverbindungen. Bern. — *Berichte* **35**. 162.

288. Schulze (E.). Ueber das Trocknen der Kohlenhydrate und über die Bestimmung ihres Krystallwassergehaltes. Zürich. — *Chem.-Zeitung* **26**. 7.

184 *bis*. Treadwell (F.-P.). Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie, 2. Auflage. Band I : Qualitative Analyse (Wien 1902). Zürich.

Février

289. Abderhalden (Emil). Das Verhalten des Hämoglobins während der Säuglingsperiode. Basel. Lab. des Prof. v. Bunge. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **34**. 500.

290. Bamberger (Eug.). Ueber die Einwirkung von alkoholischem Kali und von Formaldehyd auf Nitrosobenzol. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 732.

291. Bamberger (Eug.). Ueber Voswinckel's Triazanderivate. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 756.

292. Bamberger (Eug.) und Frei (Johannes). Ueber Alkylirung

von Phenylazoacetaldoxim. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 746.

293. Bamberger (Eug.) und Tschirner (Fred.). Oxydation des Methylendianilids. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 714.

294. Bamberger (Eug.) und Vuk (Michael). Ueber die Oxydation des Methyl- und Aethyl- Anilins. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 703.

295. Bamberger (Eugen) und Wheelwright (E.-W.). Ueber die Einwirkung von Diazobenzol auf Acetessigæther, Acetessigsäure und Benzolazoacetessigæther. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Journal für prakt. Ch.* **65**. 123.

296. Bamberger (Eug). und Witter (Hugo). Ueber Formazylphenylketon. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Journal für prakt. Ch.* **65**. 139.

297. Ephraim (Fritz). Ueber die Einwirkung von Sulfurylchlorid auf Urethan. Bern. Anorg. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 776.

298. Fichter (Fr.) und Mülhauser (Benno). Messungen an der α-Aethylidenglutarsäure. Basel. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 341.

299. Friedheim (C.) und Hoffmann (M.-K.). Zur Analyse der niederen Molybdänoxyde und des metallischen Molybdäns. Bern. Anorg. Lab. der Univ. — *Berichte* **35**. 791.

300. Gerber (N.) und Wieske (P.). Die hohe Bedeutung der Nitratreaction hinsichtlich der Milchhygiene und Milchverwertung. Zürich. — *Milchzeitung* **31**. 82.

301. Goldschmidt (Carl). Ueber die Einwirkung von Formaldehyd in salzsaurer Lösung auf o-Amidobenzoësäure. Genf. *Chem.-Zeitung* **26**. 179.

302. Græbe (C.). Ueber die Stereochemie des Benzols. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 526.

303. Hübner (Rudolf). Oxydation des Benzylanilins. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 731.

304. Kehrmann (F.) und Mattisson (M.). Ueber ein Nitrat des Phenanthrenchinons. Genf. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 343.

305. Kehrmann (F.) und Saager (A.). Ueber das einfachste Azoxon. Genf. Chem. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 341.

306. Lunge (G.).). Zur Theorie und Praxis des Bleikammerprocesses. Zürich. Polytechn. — *Zeitschr. angew. Ch.* **15**. 145.

307. Lunge (G.). Zur Analyse des Natriumnitrits. Zürich. Polytechn. — *Zeitschr. angew. Ch.* **15**. 169.

308. Mai (J.). Azofarbstoffe aus Methylphenylglycin. Bern. — *Berichte* **35**. 576.

309. Oswald (Adolph). Ueber die chemische Beschaffenheit und die Function der Schilddrüse. Zürich 1901.

310. Reverdin (Frédéric) und Crépieux (Pierre). Ueber einige Derivate des Toluol-p-sulfochlorids und des o-Nitrotoluol-p-sulfochlorids. Genf. — *Berichte* **35**. 314.

310 *bis*. Reverdin (Frédéric) et Crépieux (Pierre). Sur quelques dérivés du p-sulfochlorure et de l'o-nitro-p-sulfochlorure de toluène. Genève. — *Arch. des Sc. phys. et nat.* **13**. 144.

222 *ter*. Ritter (E.). Ueber die Methoden, die zur Abscheidung der Cholesterine aus den Fetten und zu ihrer quantitativen Bestimmung verwendbar sind. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **34**. 430.

311. Ritter (E.). Beiträge zur Kenntniss des Sitosterins. Zürich. Agr.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. physiol. Ch.* **34**. 461.

312. Schulze (Ernst). Leucin und Tyrosin als Nährstoffe. Zürich. — *Landw. Vers.-Stationen* **56**. 293.

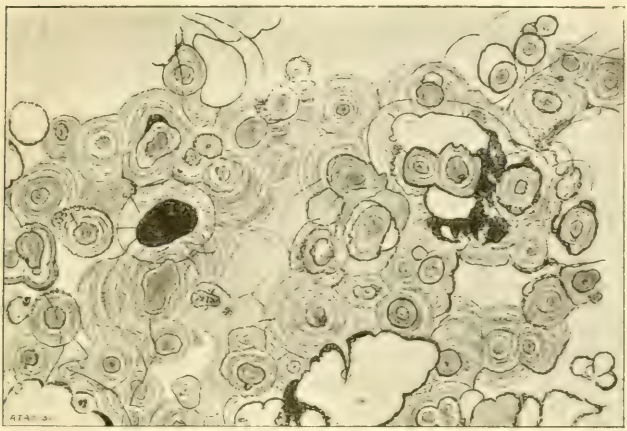
313. Ullmann (F.), Racowitza (N.-A.) und Rozenband (Melanie). Ueber Phenylnaphtacridinderivate. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 316.

314. Ullmann (F.), Rozenband (M.), Mülhauser (B.) und Grether (E.). Ueber 3'-Alkylamino-9-phenyl-1.2-naphtacridine. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 341.

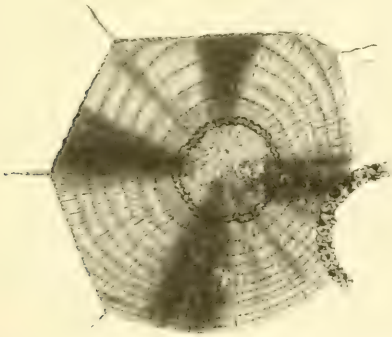
315. Walter. Ueber der Wassergehalt des Brotes. Solothurn. — *Schweiz. Wochenschr.* **40**. 75.

316. Werner (A.) und Klien (J.). Ueber Tetraquodiammin- und Diacidodiaquodiammin-Chromsalze. Zürich. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 277.

SYNTHÈSE D'UNE ROCHE ACIDE. A. BRUN



Liparite synthétique. Lumière naturelle. Gross. = 20.



Sphérolite synthétique à croix noire. Nicols croisés.
Centre à extinction totale. Gross. = 80.

Reuter, delin.

Eger

lle de $\frac{1}{481882}$

3OH

smes

111 159 329 470

79 112 160 330

CARTE SISMIQUE
DE L'ERZGEBIRGE
par F. de Montessus de Ballore
PLI DE LIEBSCHÜTZ
ELBSANDSTEIN
SAXONNE
ET
LAUSITS
Elbe Fl.
SUISSE
SAXE
VOGTLAND
ERZGEBIRGE
MITTEL
GEBIRGE
Biela
Eger R.
BOHÊME
Fichtelgebirge
Böhmerwald
Echelle de 1/431882
Echelle des nombres de séismes
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 13 18 19 26 27 38 39 54 55 78 79 111 112 159 160 329 330 470

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

MARS 1902

Le 1er, pluie dans la nuit, de 1 h. à 4 h. et depuis 10 h. du soir; brouillard à 7 h. du matin; éclairs et tonnerre à l'WNW. à midi 25 m.; fort vent à 4 h. du soir.

2, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin.

4, forte bise à 10 h. du matin.

6, très forte gelée blanche et léger brouillard bas le matin.

7, très forte gelée blanche le matin.

8, très forte gelée blanche le matin.

9, faible pluie à 7 h. du matin, à 1 h. et depuis 7 h. du soir; fort vent à 4 h. du soir.

10, pluie à 10 h. du matin et à 1 h. du soir; forte bise à 10 h. du soir.

11, légère gelée blanche le matin.

12, très forte gelée blanche le matin: forte bise à 1 h. du soir.

13, forte gelée blanche le matin: halo coloré avec parhélies depuis 1 h. et une grande partie de l'après-midi.

14, gelée blanche le matin.

15, fort vent à 7 h. du matin et de 1 h. à 4 h. du soir; pluie le matin jusqu'à 5 h. du soir.

16, faible pluie à midi 30 m. et à 7 h. du soir.

17, très forte gelée blanche le matin; nouvelle neige sur les montagnes environnantes: forte bise de 10 h. du matin à 1 h. du soir.

18, gelée blanche le matin.

19, forte gelée blanche le matin; brumeux à l'horizon l'après-midi.

20, faible pluie pendant la soirée.

21, pluie dans la nuit; fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.

22, pluie le matin jusqu'à 4 h. du soir et à 10 h. du soir: quelques flocons de neige.

23, pluie la nuit jusqu'à 7 h. du matin et à 7 h. du soir; nouvelle neige jusqu'au pied des montagnes environnantes; légère averse de grésil à 3 h. du soir.

24, grésil à 7 h. 20 m. du matin; averse de pluie et de grésil de midi à 1 h.; pluie à 7 h. du soir: fort vent à 4 h. du soir; halo lunaire.

25, pluie dans la nuit, de 7 h. à 10 h. du matin et à 10 h. du soir; très fort vent le matin jusqu'à 1 h. du soir.

26, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin.

27, pluie la nuit, de 7 h. du matin à 1 h. du soir et depuis 7 h. du soir; la neige tombe sans prendre pied.

28, pluie dans la nuit et à 7 h. du soir.

29, pluie dans la nuit et depuis 4 h. du soir; fort vent à 1 h. et à 7 h. du soir.

30, pluie la nuit, à 7 h. du matin et depuis 1 h. du soir.

31, pluie la nuit, à 7 h. du matin et à 4 h. du soir.

GENÈVE — MARS 1902

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	16.4	18.1	21.5	18.32	- 7.51	16.0	21.8	SW. 1	SSW. 1	ESE. 1	SSW. 1	7.3	10	10	10	10	0.3	18.0	10
2	24.3	25.4	26.8	24.92	- 0.84	22.0	26.9	NW. 1	N. 1	NW. 1	NNE. 1	4.6	10	9	10	10	0.6	0.1	....
3	27.0	26.9	25.8	26.58	+ 0.88	25.7	27.4	N. 0	NNE. 1	N. 0	NNE. 1	3.5	9	7	0	5	2.9	....	...
4	25.7	25.3	26.1	25.63	- 0.01	25.2	26.4	NE. 1	NNE. 1	NNE. 1	NNE. 1	10.2	10	10	10	10	....	....	....
5	27.9	28.0	28.8	27.89	+ 2.31	26.6	29.0	NNE. 1	NNE. 1	N. 0	var.	5.6	6	0	0	1	8.7	...	...
6	29.5	28.3	26.0	28.08	+ 2.55	25.8	29.5	SW. 0	N. 1	W. 0	N 1	2.9	1	0	0	0	9.0	....	....
7	24.8	22.3	21.3	23.18	- 2.29	20.6	25.8	NE. 0	N. 0	N. 0	var.	2.1	5	3	0	2	9.0	....	...
8	21.0	21.5	24.5	21.92	- 3.49	20.6	24.3	S. 0	N. 1	NNE. 1	NNE. 1	4.2	0	0	10	4	7.2	0.2	....
9	24.0	23.9	25.0	24.10	- 1.26	23.5	24.8	SE. 0	SSW. 1	S. 1	SSW. 1	7.7	10	10	10	10	....	2.3	2
10	24.0	23.9	24.6	24.10	- 1.20	23.5	25.4	SW. 1	ESE. 1	N. 1	var.	5.2	10	10	10	8	....	1.8	2
11	25.7	25.9	25.9	25.69	+ 0.44	25.3	26.3	NNE. 1	NNE. 1	S. 0	NNE. 1	7.9	10	0	0	2	7.9	....	....
12	26.2	25.5	26.4	25.84	+ 0.64	24.7	26.7	SE. 0	NNE. 2	N. 1	NNE. 1	5.6	5	3	1	5	6.4	...	...
13	28.2	28.6	30.0	28.54	+ 3.39	27.1	30.5	S. 0	NNE. 1	N. 0	NNE. 1	3.1	0	7	1	3	7.6	....	....
14	31.4	31.2	30.8	31.02	+ 5.92	30.4	32.1	NW. 0	SSW. 1	SW. 0	SSW. 1	5.6	10	4	2	4	8.2	....	...
15	29.6	29.2	29.8	29.59	+ 4.54	28.7	30.8	SSW. 2	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	**17.7**	10	10	10	10	....	5.1	9
16	30.0	30.2	30.9	30.12	+ 5.11	29.1	31.2	SW. 0	WSW 1	ESE. 1	var.	6.9	10	10	7	8	0.7	0.3	...
17	32.4	32.4	31.9	**31.96**	+ **7.00**	31.1	**33.0**	S. 0	NNE. 2	NE. 1	NNE. 1	9.8	1	0	0	1	8.9	....	...
18	30.8	29.9	29.2	30.17	+ 5.25	29.0	32.0	S. 0	NNE. 1	N. 0	NNE. 1	3.8	1	0	0	0	**10.2**	....	....
19	28.8	27.0	26.1	27.55	+ 2.67	25.8	29.0	W. 0	N. 1	SSW. 1	var.	6.3	0	0	0	0	10.1	....	....
20	25.6	23.7	22.3	24.17	- 0.67	21.6	26.5	S. 1	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 2	13.3	0	1	10	4	8.9	2.2	3
21	20.4	17.7	14.2	18.04	- 6.77	**13.5**	21.6	WSW 1	SSW. 2	S. 0	SSW. 2	15.4	10	8	10	9	2.6	14.2	7
22	16.0	17.1	15.8	**15.91**	- **8.86**	14.0	17.1	S. 1	E. 0	N. 1	var.	8.7	10	10	10	10	....	**19.2**	19
23	15.7	16.0	18.7	16.60	- 8.14	15.5	19.8	SW. 0	WSW. 1	SSE. 1	SSW. 1	4.6	10	7	7	8	3.3	2.0	1
24	21.1	21.7	22.8	21.36	- 3.35	19.6	22.7	S. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	6.9	10	7	10	8	4.8	5.6	4
25	19.0	22.2	25.7	22.40	- 2.28	19.0	25.8	SSW. 2	SSW. 3	SSW. 1	SSW. 2	16.4	10	10	10	10	2.1	10.1	10
26	24.5	27.3	30.5	27.16	+ 2.51	24.5	31.0	SSW. 1	NW. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.3	10	7	10	9	4.1	2.0	3
27	28.8	28.7	28.1	28.91	+ 4.28	27.8	31.0	W. 1	NE. 1	SSW. 1	SSW. 1	7.3	10	10	10	10	....	16.2	**21**
28	28.2	27.4	27.7	27.64	+ 3.04	26.5	28.3	SE. 1	SSW. 1	SE. 0	var	7.3	7	8	2	8	4.5	2.2	3
29	28.6	28.1	24.3	26.96	+ 2.38	23.8	28.8	N. 0	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	9.4	10	10	10	10	....	8.4	15
30	25.2	25.0	25.3	24.85	+ 0.29	23.8	25.5	SSW. 1	SSW. 1	S. 0	var.	6.9	10	10	10	10	....	10.2	19
31	25.9	26.4	25.7	25.76	+ 1.21	25.2	26.5	E. 0	W. 1	W. 0	var.	3.1	10	10	3	10	1.0	0.5	1
Mois	25.38	25.32	25.56	25.32	+ 0.29							7.34	7.3	6.2	5.9	6.5	129.0	120.6	129

GENÈVE — MARS 1902

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 1.7	+ 5.2	+ 5.4	+ 3.94	+ 0.96	+ 0.3	+ 7.3	98	91	88	92	+13	81	**98**	4.7	- 0.7	1205
2	+ 5.6	+ 9.2	+ 5.9	+ 6.78	+ 3.68	+ 4.8	+10.3	87	72	88	84	+ 5	72	91	...	.....	1235
3	+ 4.1	+ 8.4	+ 5.0	+ 6.09	+ 2.89	+ 3.6	+10.0	96	68	94	84	+ 6	65	96	5.2	- 0.3	1185
4	+ 3.2	+ 5.0	+ 5.1	+ 4.38	+ 1.06	+ 2.7	+ 6.1	86	70	78	77	- 1	64	90	5.2	- 0.3	1195
5	+ 2.2	+ 6.0	+ 3.1	+ 4.11	+ 0.68	+ 1.0	+ 8.3	80	60	85	72	- 6	47	85	5.6	0.0	1170
6	- 1.7	+ 6.0	+ 4.2	+ 2.95	- 0.60	- 2.0	+ 9.8	95	62	87	77	- 1	52	95	5.4	- 0.2	1150
7	- 1.6	+ 8.2	+ 4.7	+ 3.82	+ 0.16	- 1.9	+11.9	95	45	74	72	- 5	42	95	5.6	- 0.1	1150
8	- 0.8	+ 8.5	+ 7.4	+ 4.46	+ 0.68	- 1.4	+11.3	89	50	54	70	- 7	50	89	5.6	- 0.1	1170
9	+ 5.4	+ 8.0	+ 6.6	+ 6.36	+ 2.46	+ 3.7	+ 8.9	84	71	80	75	- 2	65	84	...	.....	1155
10	+ 4.4	+ 6.5	+ 4.4	+ 5.28	+ 1.26	+ 1.5	+ 7.0	93	85	91	83	+ 6	77	93	5.9	+ 0.1	1185
11	+ 1.2	+ 4.2	+ 1.8	+ **2.42**	- **1.72**	+ 0.2	+ 5.5	71	55	83	71	- 5	55	85	5.9	0.0	1180
12	- 1.8	+ 5.4	+ 4.8	+ 3.05	- 1.21	- **2.7**	+ 8.5	96	54	75	72	- 4	49	96	5.7	- 0.2	1175
13	- 1.4	+ 7.4	+ 4.0	+ 3.29	- 1.09	- 2.0	+ 9.0	91	43	71	69	- 7	43	91	5.9	- 0.1	1158
14	+ 0.1	+14.0	+ 8.1	+ 6.64	+ 2.13	- 0.3	+15.1	92	38	71	65	-11	**30**	92	6.1	+ 0.1	1160
15	+ 8.0	+ 7.4	+ 7.6	+ 7.34	+ 2.71	+ 6.3	+ 9.8	68	78	70	75	0	68	83	6.0	- 0.1	1155
16	+ 1.8	+ 5.0	+ 3.0	+ 5.89	+ 1.14	+ 2.4	+ 9.8	83	62	88	73	- 2	45	89	...	.....	1135
17	- 0.6	+ 7.7	+ 5.2	+ 3.96	- 0.92	- 1.4	+ 8.7	92	34	63	65	-10	34	92	5.9	- 0.3	1165
18	+ 1.0	+ 7.7	+ 4.4	+ 4.53	- 0.47	+ 0.2	+10.4	80	46	63	61	-14	37	80	6.0	- 0.3	1160
19	- 0.1	+11.4	+10.7	+ 6.57	+ 1.44	- 1.7	+15.2	92	53	44	65	- 9	50	92	6.1	- 0.2	1140
20	+ 4.6	+16.6	+11.5	+11.19	+ 5.93	+ 3.9	+**17.2**	78	31	62	54	-20	32	78	6.4	0.0	1159
21	+ 7.4	+14.9	+12.4	+**11.49**	+ **6.11**	+ 7.0	+16.8	85	33	41	55	-19	31	85	6.6	+ 0.1	1155
22	+ 4.0	+ 2.6	+ 3.1	+ 3.95	- 1.56	+ 1.9	+11.5	87	96	93	84	+10	55	96	6.5	0.0	1155
23	+ 1.8	+ 9.3	+ 3.0	+ 4.15	- 1.49	+ 0.5	+10.9	96	54	86	80	+ 7	54	96	...	.....	1175
24	+ 2.0	+ 5.2	+ 3.1	+ 4.20	- 1.57	+ 1.0	+ 9.8	89	70	79	75	+ 2	48	89	6.0	- 0.7	1190
25	+ 3.3	+ 8.5	+ 7.0	+ 5.34	- 0.56	+ 2.0	+ 9.8	88	52	62	76	+ 3	52	90	5.7	- 1.0	1155
26	+ 5.3	+ 8.6	+ 4.8	+ 6.50	+ 0.47	+ 4.3	+11.0	90	72	73	71	- 2	46	90	5.6	- 1.2	1175
27	+ 1.2	+ 6.0	+ 7.4	+ 5.11	- 1.06	+ 1.2	+ 8.7	93	91	89	86	+13	75	93	5.6	- 1.3	1145
28	+ 6.4	+14.1	+ 9.0	+ 9.94	+ 3.64	+ 6.0	+15.9	96	58	84	80	+ 7	58	96	...	.....	1145
29	+ 7.6	+13.7	+ 9.2	+10.00	+ 3.57	+ 7.0	+14.1	93	48	81	77	+ 5	48	93	6.3	- 0.7	1152
30	+ 9.6	+10.5	+ 5.2	+ 8.58	+ 2.02	+ 4.8	+12.3	92	79	97	86	+14	72	97	...	.....	1135
31	+ 6.6	+13.6	+ 9.4	+ 9.30	+ 2.60	+ 5.2	+15.7	97	61	85	83	+11	61	97	6.4	- 0.8	1180
Mois	+ 3.02	+ 8.62	+ 6.04	+ 5.86	+ 1.26	+ 1.87	+10.86	89	61	77	74	- 1			5.84	- 0.28	1166

MOYENNES DE GENÈVE. — MARS 1902

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	24.39	24.20	24.46	24.73	24.36	23.95	24.62	25.06	24.47
2e »	28.92	28.64	28.88	29.06	28.36	27.57	27.90	28.40	28.47
3e »	23.07	22.67	23.04	23.63	23.43	23.09	23.45	23.51	23.24
Mois	25.38	25.09	25.38	25.74	25.32	24.81	25.26	25.59	25.32

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 2.92	+ 2.39	+ 2.25	+ 5.19	+ 7.11	+ 8.03	+ 6.27	+ 4.37	+ 4.82
2e »	+ 2.63	+ 2.01	+ 1.58	+ 5.78	+ 8.88	+ 9.44	+ 8.07	+ 5.51	+ 5.49
3e »	+ 5.86	+ 5.06	+ 5.02	+ 7.95	+ 9.75	+ 9.32	+ 7.58	+ 6.58	+ 7.14
Mois	+ 3.87	+ 3.22	+ 3.02	+ 6.36	+ 8.62	+ 8.94	+ 7.32	+ 5.52	+ 5.86

Fraction de saturation en %.

1re décade	85	88	90	77	68	64	74	82	79
2e »	80	82	84	63	49	48	59	70	67
3e »	83	87	92	76	65	64	73	81	78
Mois	83	86	89	72	61	59	69	78	74

Dans ce mois l'air a été calme 263 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{51}{59} = 0.86$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 9°.6 W.
Son intensité est égale à 13.5 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		725.42
Nébulosité		6.5
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+5°.89
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+5°.93
Fraction de saturation		76 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875)	725.03
Nébulosité	(1847-1875).	6.1
Hauteur de pluie	(1826-1875).	47mm.3
Nombre de jours de pluie	(id.).	10
Température moyenne	(id.).	+4°.6
Fraction de saturat.	(1849-1875)	75 %.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

MARS 1902

Le 1er, brouillard; neige.
2, neige.
3, brouillard le soir.
7, grande sécheresse de l'air pendant tout le jour.
8, brouillard le soir.
9, brouillard.
10, brouillard; neige à 1 h. du soir.
12, grande sécheresse de l'air pendant tout le jour.
14, brouillard depuis 1 h. du soir.
15, brouillard; neige à 1 h. du soir.
16, brouillard; neige à 1 h. du soir.
17, brouillard le matin; neige.
21, brouillard, fort vent l'après-midi.
22, brouillard le matin et à 1 h. du soir; neige le soir.
23, brouillard le soir; neige.
25, neige à 7 h. du matin; fort vent à 1 h. du soir.
26, brouillard l'après-midi; neige.
27, neige le matin; brouillard à 1 h. du soir.
28, neige.
30, brouillard le matin; neige; forte bise.
31, forte bise le matin; brouillard pendant tout le jour; neige.

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

GRAND SAINT-BERNARD — MARS 1902

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	55.8	56.1	58.2	56.7	- 3.0	55.0	58.7	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	9.6	10
2	59.8	61.3	62.4	61.2	+ 1.5	59.4	62.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	4	2	1	2	5.5	6
3	62.0	61.6	61.0	61.5	+ 1.8	60.3	62.3	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	3	3	10	5	....	....
4	59.8	59.8	61.1	60.2	+ 0.5	59.5	62.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
5	63.4	63.6	64.3	63.8	+ 4.1	62.9	64.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
6	64.7	64.8	63.1	64.2	+ 4.5	62.5	65.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
7	61.5	59.9	58.4	59.9	+ 0.2	57.9	62.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	1	0	0	....	....
8	57.3	57.5	58.9	57.9	- 1.8	57.3	59.0	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	1	0	10	4	....	....
9	58.2	58.5	58.6	58.4	- 1.3	58.0	59.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	....	....
10	56.8	57.3	58.3	57.5	- 2.2	56.5	59.4	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	15.5	12
11	59.0	60.0	60.3	59.8	+ 0.1	58.5	60.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	5.5	5
12	60.5	61.1	61.7	61.1	+ 1.4	60.0	62.0	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	0	2	0	1	....	....
13	62.9	64.1	65.5	64.2	+ 4.5	62.8	66.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	1	1	....	....
14	66.9	66.4	66.2	**66.5**	+ **6.8**	65.8	**67.0**	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	10	10	8	....	....
15	65.3	64.0	63.4	64.2	+ 4.5	62.9	66.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	7.2	9
16	62.9	61.9	62.6	62.5	+ 2.7	61.5	63.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	12.6	**17**
17	63.1	64.0	65.1	64.1	+ 4.3	62.5	65.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	0	0	3	4.8	4
18	64.9	65.2	65.1	65.1	+ 5.3	64.5	65.5	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
19	65.2	65.1	65.0	65.1	+ 5.2	64.8	65.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
20	62.9	62.2	61.4	62.2	+ 2.3	61.0	63.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	2	1	....	....
21	59.1	58.2	55.9	57.7	- 2.2	54.0	60.2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10	....	....
22	53.5	53.1	52.5	53.0	- 6.9	51.5	54.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	18.0	16
23	51.2	53.0	53.6	**52.6**	- **7.3**	**51.0**	54.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	5	10	8	13.2	15
24	54.7	55.5	57.0	55.7	- 4.3	54.5	57.3	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	0	0	....	....
25	55.6	57.5	59.8	57.6	- 2.4	55.4	60.0	SW. 1	SW. 2	NE. 1	SW. 1	10	6	9	8	8.0	11
26	59.1	60.0	61.4	60.2	+ 0.1	59.0	61.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	10	10	10	8.5	10
27	61.4	63.4	63.5	62.8	+ 2.7	61.0	64.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	7	9	10.2	12
28	63.7	63.4	63.6	63.6	+ 3.4	63.0	63.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	7	7	0	5	16.5	15
29	64.0	63.9	61.0	63.0	+ [illegible].8	59.5	64.3	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	9	9	9	9	....	....
30	59.3	59.7	59.3	59.4	- 0.9	59.0	60.0	NE. 2	NE. 2	NE. 2	NE. 2	10	10	10	10	**21.3**	**17**
31	59.6	62.2	62.2	61.3	+ 1.0	59.5	62.5	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	12.2	11
Mois	60.45	60.78	60.98	60.74	+ 1.03							5.3	5.1	5.5	5.3	168.6	170

GRAND SAINT-BERNARD — MARS 1902

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 6.5	- 5.3	- 6.3	- 6.0	+ 2.2	- 6.7	- 5.0	90	90	90	90	89	91
2	- 7.7	- 0.3	- 7.7	- 5.2	+ 3.0	- 8.0	0.0	86	65	71	74	58	90
3	- 7.4	- 2.6	- 6.9	- 5.6	+ 2.5	- 8.0	- 2.0	64	48	92	68	45	95
4	- 9.9	- 4.5	- 8.9	- 7.8	+ 0.3	-10.5	- 4.0	75	19	35	43	18	90
5	- 8.8	- 4.1	- 6.6	- 6.5	+ 1.5	-10.0	- 3.8	25	23	32	27	18	61
6	- 9.7	- 3.5	- 4.6	- 5.9	+ 2.0	-10.0	- 2.4	24	20	18	21	15	46
7	- 6.7	- 2.7	- 5.5	- 5.0	+ 2.9	- 8.0	- 1.6	13	15	25	18	**8**	40
8	- 7.9	- 4.3	- 7.6	- 6.6	+ 1.2	- 8.0	- 4.0	40	44	88	57	36	92
9	- 6.3	- 3.7	- 6.7	- 5.6	+ 2.1	- 7.5	- 3.0	86	90	90	89	85	92
10	- 9.0	- 6.5	- 9.5	- 8.3	- 0.6	-12.5	- 6.0	98	87	86	90	82	**98**
11	- 9.7	- 5.5	- 7.7	- 7.6	0.0	-12.8	- 2.5	33	21	20	25	15	77
12	- 8.1	- 1.4	- 4.5	- 4.7	+ 2.8	- 8.5	- 1.3	13	14	12	**13**	10	22
13	- 6.7	- 0.1	- 4.9	- 3.9	+ 3.5	- 7.0	+ 3.0	16	17	33	22	10	48
14	- 8.7	- 4.5	- 8.9	- 7.4	- 0.1	-10.5	- 4.0	58	74	86	72	40	92
15	- 8.7	- 5.5	- 6.1	- 6.8	+ 0.4	- 9.0	- 4.5	89	85	80	85	75	90
16	- 9.3	- 7.1	-10.8	- 9.1	- 2.0	-11.9	- 6.1	86	83	85	85	80	90
17	-12.3	- 8.9	-10.1	-10.4	- 3.3	-13.0	- 7.8	84	79	45	69	33	87
18	- 5.7	+ 1.1	- 4.6	- 3.1	+ 3.9	- 8.5	+ 3.1	35	32	49	39	17	55
19	- 4.5	+ 1.5	- 4.1	**- 2.1**	**+ 4.5**	- 5.5	**+ 4.5**	42	34	54	43	30	70
20	- 4.9	- 1.0	- 4.9	- 3.6	+ 3.2	- 6.0	0.0	50	43	85	59	32	95
21	- 5.1	- 4.5	- 5.4	- 5.0	+ 1.7	- 6.0	- 4.0	95	91	91	92	90	95
22	- 5.7	- 3.6	- 4.7	- 4.7	+ 1.9	- 6.1	- 3.0	90	91	91	91	90	91
23	- 8.5	- 0.7	- 9.9	- 6.4	+ 0.1	-11.0	+ 0.3	89	86	85	87	75	90
24	-13.1	- 6.1	-12.5	**-10.6**	**- 4.2**	**-14.0**	- 3.5	84	70	64	73	52	90
25	- 9.9	- 7.1	- 9.3	- 8.8	- 2.5	-11.0	- 5.1	85	48	80	71	40	88
26	- 5.5	- 4.5	- 9.9	- 6.6	- 0.1	-10.5	- 2.5	85	79	86	83	72	90
27	- 6.7	- 1.5	- 5.1	- 4.4	+ 1.7	-10.2	- 1.0	89	84	90	88	56	92
28	- 4.5	- 1.8	- 4.9	- 3.7	+ 2.2	- 5.2	- 1.5	90	82	74	82	45	92
29	- 4.7	- 0.9	- 3.8	- 3.1	+ 2.7	- 6.5	0.0	81	75	90	82	42	93
30	- 2.9	- 2.8	- 5.1	- 3.6	+ 2.1	- 6.0	- 2.0	92	91	90	91	87	93
31	- 4.7	- 1.5	- 3.5	- 3.2	+ 2.4	- 5.8	- 1.0	90	90	70	83	65	90
Mois	- 7.41	- 3.35	- 6.81	- 5.86	+ 1.46			67	60	67	65		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MARS 1902

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %.**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	59.93	60.04	60.43	60.13	60	50	63	58
2e »	63.36	63.40	63.63	63 48	51	48	55	51
3e »	58.29	59.08	59.07	58.81	88	81	83	84
Mois	60.45	60 78	60.98	60.74	67	60	67	65

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 7.99	— 3.75	— 7.03	— 6.26	— 6.45
2e »	— 7.86	— 3.14	— 6.66	— 5 90	— 6.08
3e »	— 6.48	— 3 18	— 6.74	— 5.46	— 5.78
Mois	— 7.41	— 3.35	— 6.81	— 5.86	— 6.09

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{59}{43} = 1.37$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 17.2 sur 100.

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	141.9	150 5	128.1	121.9	161.0	120.5	103.0

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	89.0	120.6	102.7	91.0	91.0	122.1

Durée totale de l'insolation à Jussy : 121h.8

THÉORIE GÉOMÉTRIQUE

DU

MOUVEMENT DES CORPS

(SOLIDES ET FLUIDES)

PAR

René de SAUSSURE

Dans une première note[1] intitulée : *Cinématique des Fluides*, j'ai commencé l'étude géométrique du mouvement d'un fluide dans un plan et montré que la forme la plus générale de ce mouvement était définie par un système de cercles tangents à une même droite en un même point. Ce système de cercles peut servir aussi à définir le mouvement le plus général d'une figure rigide plane qui possède deux degrés de liberté dans son plan. La théorie géométrique du mouvement des fluides se rattache donc à la théorie du mouvement d'un corps solide qui possède plusieurs degrés de liberté, c'est-à-dire à la théorie des mouvements à plusieurs paramètres. Comme on n'envisage dans les théories actuelles de ces mouvements, que des mouvements infiniment petits, il est nécessaire de rechercher

[1] Voir *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 1898, T. V. p. 497.

tout d'abord les lois qui régissent les mouvements finis, avant de pouvoir appliquer ces lois au mouvement des fluides. J'exposerai de nouveau la théorie des mouvements d'une figure dans un plan, en suivant une méthode différente de celle que j'avais d'abord adoptée, afin de traiter d'une manière analogue les mouvements dans le plan et les mouvements dans l'espace.

CHAPITRE PREMIER

Des mouvements dans un plan

§ 1. *Mouvements de translation.*

Lorsqu'une figure plane F de grandeur invariable se déplace dans son plan d'une manière quelconque, mais en restant parallèle à elle-même, on dit que cette figure est douée d'un mouvement de translation. Au point de vue géométrique, un mouvement de translation est équivalent à une série continue quelconque de figures F égales et parallèles entre elles. Si le nombre de ces figures est simplement infini, la translation est dite *à un paramètre* et la figure F ne possède qu'*un degré de liberté ;* si le nombre des figures est doublement infini, la translation est dite *à deux paramètres* et la figure F possède *deux degrés de liberté* dans son plan.

Des translations à un paramètre : On peut définir tout mouvement de translation à un paramètre de la manière suivante : soit F_0 une figure rigide *fixe* et G_0 une courbe quelconque fixe (fig. 1); construisons les figures F symétriques de la figure F_0 par rapport à chaque point de la courbe G_0 ; il est évident que toutes les figures F ainsi obtenues seront égales et parallèles

entre elles ; l'ensemble ou le *lieu* de ces figures définit donc un mouvement de translation à un paramètre et ce mouvement est complètement déterminé par la figure fixe F_0 et par la courbe G_0.

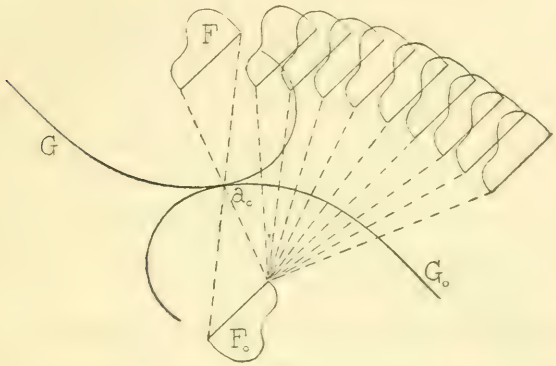


Fig. 1.

Pour obtenir une définition mécanique des mouvements de translation à un paramètre, construisons une courbe G symétrique de la courbe G_0 par rapport à un point a_0 situé sur G_0 ; les courbes G et G_0 seront tangentes entre elles au point a_0. Supposons que la figure F, symétrique de F_0 par rapport à a_0, soit liée à la courbe G ; si la courbe G glisse sans rouler sur la courbe G_0, en entraînant la figure F, il est évident que cette figure subira un mouvement de translation qui sera le même que le mouvement précédemment défini, car la figure F restera constamment symétrique de la figure fixe F_0 par rapport au point de contact des courbes glissantes. Pendant la translation de la figure F, chaque point de cette figure décrit une courbe semblable à la courbe G_0.

Réciproquement tout mouvement de translation à un paramètre peut être engendré par le glissement d'une courbe sur une courbe fixe qui lui est symétrique par rapport à un de ses points, mais ce mode de génération n'est pas unique ; car un mouvement de translation étant donné, on pourra prendre comme figure génératrice une figure F_0 symétrique d'une des figures F par rapport à un point quelconque a_0 du plan, puis déterminer la courbe correspondante G_0 ; toutefois la nature de la courbe G_0 sera toujours la même, quel que soit le point choisi a_0, puisque cette courbe doit toujours être semblable à la trajectoire d'un point quelconque de la figure F.

Puisque la nature de la courbe G_0 détermine complètement la nature du mouvement de translation, nous distinguerons entre eux les différents mouvements de translation suivant le nombre de points nécessaires[1] pour définir la courbe G. Si n points sont nécessaires pour déterminer G_0, n positions de la figure F seront nécessaires pour déterminer le mouvement correspondant de translation, et comme il faut au moins deux points pour déterminer une courbe, nous dirons que le mouvement de translation est d'*ordre m*, m étant égal à $n-1$; un mouvement de translation d'ordre m à un paramètre sera désigné par le symbole T^1_m.

D'après ces définitions la translation du premier ordre à un paramètre (T^1_1) correspond au cas où la courbe G_0 est une ligne droite ; la translation du second ordre à un paramètre (T^1_2), au cas où G_0 est une cir-

[1] On pourrait aussi classer les mouvements de translation suivant le degré de la courbe G_0.

conférence de cercle, etc. Il faut connaître deux positions de la figure F pour déterminer une translation T^1_1, mais pour que cette translation soit possible, il faut que les deux positions considérées de la figure soient parallèles entre elles ; de même, trois positions parallèles de la figure F déterminent une translation T^1_2, etc. On voit que la translation n'est pas le mouvement le plus général dans le plan, puisque les positions de la figure F qui déterminent la translation ne peuvent pas être choisies arbitrairement dans le plan.

Des translations à deux paramètres : Reprenons la figure fixe F_0 et construisons les figures F symétriques de F_0 par rapport à chaque point du plan. Toutes les figures F ainsi obtenues seront égales et parallèles entre elles et le nombre de ces figures sera doublement infini, c'est-à-dire que l'ensemble ou le lieu de ces figures représente une translation à deux paramètres ; nous représenterons une pareille translation par le symbole T^2_1, ce qui veut dire translation du premier ordre à deux paramètres ; en effet, dans le plan toutes les translations à deux paramètres sont du premier ordre, car ces translations ne dépendent que de l'orientation de la figure génératrice F_0.

Si l'on trace dans le plan une courbe quelconque G_0 et que l'on construise les figures F symétriques de F_0 par rapport aux différents points de cette courbe, on obtient une translation T^1_m qui sera contenue toute entière dans la translation à deux paramètres T^2_1, puisque les points de la courbe G_0 font partie du plan. Donc toute translation T^2_1, contient une double infinité de translations T^1_1, car le plan contient une double infinité de droites ; autrement dit, si F_1 et F_2 sont deux

positions quelconques de la figure F dans une translation à deux paramètres, ces deux positions déterminent une translation du premier ordre à un paramètre, qui est contenue toute entière dans la translation à deux paramètres. De même toute translation T^2_1 contient une triple infinité de translations T^1_2, puisque le plan contient une triple infinité de cercles ; ou encore, si F_1, F_2, F_3 sont trois positions quelconques de la figure F dans une translation T^2_1, ces trois positions déterminent une translation T^1_2, qui est contenue toute entière dans la translation T^2_1, etc.

Si nous insistons sur ces propositions qui peuvent paraître évidentes, c'est qu'en réalité la théorie que nous cherchons à établir est basée sur la connaissance des mouvements à plusieurs paramètres qui sont contenus les uns dans les autres ; nous avons commencé par le cas le plus simple, celui de la translation, pour aboutir en dernier lieu au mouvement le plus général dans l'espace.

§ 2. *Mouvements de rotation.*

Nous avons obtenu les différents mouvements de translation dans le plan au moyen de figures symétriques d'une figure fixe F_0 par rapport à une série de points situés dans le plan, et nous avons constaté que ces mouvements de translation n'étaient pas assez généraux pour contenir des positions *arbitrairement* données de la figure F. Si nous voulons obtenir un mouvement plus général que celui de translation, il faut remplacer les points du plan par des droites, c'est-à-dire considérer une figure fixe F_0 et une série continue

de droites : construisons les figures F symétriques de la figure F_0 par rapport à chacune de ces droites (fig. 2); l'ensemble ou le lieu des figures F définira géométriquement un certain mouvement de la figure F, mouvement que nous désignerons sous le nom général de *rotation* ; si les droites de la série sont en nombre simplement infini la rotation sera dite *à un paramètre ;* si les droites sont en nombre doublement infini, la rotation sera dite *à deux paramètres.*

Le sens que nous donnons ici au mot *rotation* est beaucoup plus général que le sens ordinairement attribué à ce mot ; cette généralisation est toutefois rationelle et permet d'établir une correspondance plus nette entre les rotations et les translations; en outre, il ne peut y avoir là matière à confusion, car nous classerons les rotations comme les translations et nous verrons que la rotation ordinaire autour d'un axe fixe n'est autre chose que la rotation du premier ordre à un paramètre.

Des rotations à un paramètre. Reprenons la figure F_0 (fig. 2) et une série continue de droites en nombre simplement infini ; ces droites enveloppent une certaine courbe Γ_0. Soit A_0 l'une de ces droites et F la figure symétrique de F_0 par rapport à la droite A_0. Construisons une courbe Γ symétrique de Γ_0 par rapport à la même droite A_0 ; les courbes Γ et Γ_0 seront tangentes entre elles. Si l'on suppose maintenant que la courbe Γ roule sans glisser sur la courbe Γ_0 en entraînant la figure F, cette figure restera constamment symétrique de la figure fixe F_0 par rapport à la tangente commune aux courbes roulantes. *Le mouvement de la figure F sera donc un mouvement de rotation.* Réciproquement

tout mouvement de rotation à un paramètre peut être engendré par le roulement d'une certaine courbe Γ *sur une courbe fixe* Γ_0 *symétrique de* Γ *par rapport à l'une de ses tangentes* et cette génération n'est possible que d'une seule manière, contrairement à ce qui a lieu pour la translation. Ceci résulte directement de la définition même du mouvement de rotation à un paramètre.

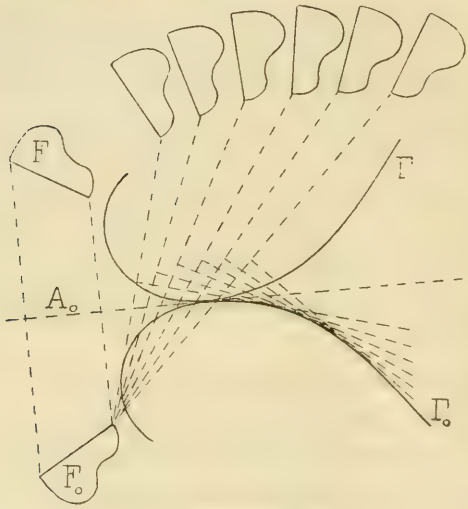


Fig. 2.

Soit υ le nombre de tangentes nécessaires[1] pour déterminer complètement la courbe Γ_0 ; nous dirons que le mouvement de rotation correspondant à Γ_0 est *d'ordre* μ, μ étant égal à $\upsilon-1$, car il faut au moins deux droites

[1] On pourrait aussi distinguer les mouvements de rotation d'après la classe de la courbe Γ_0.

pour déterminer une courbe enveloppe ; ce mouvement de rotation sera désigné par le symbole R^1_μ.

Lorsque la figure F subit une rotation, chaque point de cette figure décrit une trajectoire qui présente un point singulier : en effet soit M un point quelconque de F et M_0 le point correspondant de la figure F_0 ; du point M_0 on peut mener à la courbe Γ_0 un certain nombre de tangentes et lorsque Γ roule sur Γ_0 la tangente commune aux courbes roulantes coïncidera successivement avec toutes les tangentes issues du point M_0 : chaque fois qu'une de ces coïncidences aura lieu, le point M coïncidera avec son symétrique M_0. *Le point M_0 est donc un point multiple de la trajectoire du point M* et l'ordre de multiplicité est égal à la classe de la courbe Γ ; en outre les tangentes issues du point M_0 sont normales aux différentes branches de la trajectoire du point M.

Chaque droite D de la figure F passe aussi en général par une position singulière qui coïncide avec la droite correspondante D_0 dans la figure fixe F_0 : en effet parmi les tangentes à la courbe Γ_0, il y en aura une ou plusieurs qui seront perpendiculaires à D_0 et les droites D symétriques de D_0 par rapport à chacune de ces tangentes, coïncideront avec D_0 (ce qui ne veut pas dire que les points correspondants de ces droites coïncident). On peut donc dire que la courbe enveloppe d'une droite D qui subit une rotation quelconque à un paramètre touche une ou plusieurs fois la droite correspondante D_0 ; *cette enveloppe possède donc une tangente multiple* dont l'ordre de multiplicité est égal à la classe de la courbe Γ.

Il résulte de ce qui précède, que le mouvement de rotation du premier ordre à un paramètre (R^1_μ) cor-

respond au cas où la courbe Γ_0 se réduit à un point, puisque deux droites déterminent un point, et l'on voit que la rotation R^1_1 n'est pas autre chose que la rotation ordinaire d'une figure F autour d'un point fixe. La rotation ordinaire se trouve ainsi définie géométriquement comme le lieu des figures F symétriques d'une figure fixe F_0 par rapport aux différentes droites d'un faisceau plan ; le centre du faisceau est le centre de rotation (fig. 3). Au point de vue mécanique la rota-

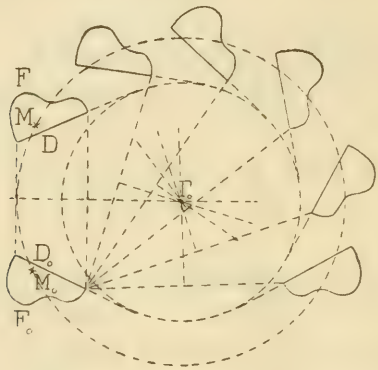


Fig. 3.

tion ordinaire est équivalente au roulement d'un point sur un point. Dans une pareille rotation, chaque point M de la figure F décrit un cercle autour du centre de rotation et ce cercle passe une seule fois par le point correspondant M_0 de la figure F_0 puisqu'on ne peut mener qu'une tangente du point M_0 à la courbe Γ_0, celle-ci se réduisant à un point ; chaque droite D de la figure F enveloppe un cercle concentrique au faisceau et ce cercle touche une seule fois la droite correspondante D_0 de la figure F_0, car il n'y a qu'une seule droite

du faisceau qui soit perpendiculaire à D_0. Dans le plan, la rotation R'_1 est le mouvement le plus général du premier ordre (à un paramètre), car on sait qu'étant données deux positions *arbitraires*, F_1 et F_2, de la figure F, on peut toujours faire coïncider F_1 avec F_2 au moyen d'une simple rotation autour d'un certain point et que cela n'est possible que d'une seule manière ; ce que nous exprimerons en disant que *par deux positions arbitrairement choisies d'une figure plane on peut toujours faire passer une rotation R'_1 et on n'en peut faire passer qu'une seule.*

Le mouvement de rotation du second ordre à un paramètre (R'_2) correspond au cas où la courbe Γ_0 est un cercle, puisqu'il faut trois tangentes pour déterminer un cercle. Ce mouvement est donc engendré par le roulement d'un cercle Γ sur un cercle Γ_0 de même rayon (voir fig. 13) ; chaque point M de la figure F décrit un limaçon de Pascal, dont le point double est le point correspondant M_0 de la figure F_0 ; en effet M passera deux fois par M_0 puisqu'on peut mener deux tangentes du point M_0 au cercle Γ_0 ; si ces tangentes sont imaginaires, le point double M_0 sera isolé. Chaque droite D de la figure F enveloppera une courbe possédant une tangente double qui n'est autre que la droite D_0 de la figure F_0.

Montrons que la rotation R'_2 est le mouvement plan le plus général du second ordre (à un paramètre). Il faut prouver que *par trois positions arbitrairement choisies d'une figure plane on peut toujours faire passer une rotation R'_2 et que cette rotation est déterminée.*

Soient F_1, F_2, F_3, les trois positions données de la

figure F (fig. 4). Ces trois positions déterminent deux à deux, trois rotations R_1' dont on sait construire les centres I_1, I_2, I_3. Soit F_0 une figure symétrique de F_1 par rapport à la droite I_2, I_3 ; la figure F_0 ainsi construite sera symétrique, non seulement de la figure F_1 mais aussi des figures F_2 et F_3 par rapport aux côtés correspondants du triangle I_1, I_2, I_3, (car le lieu des figures F symétriques de F_0 par rapport aux différentes droites qui passent par le point I_2 est une rotation R'_1

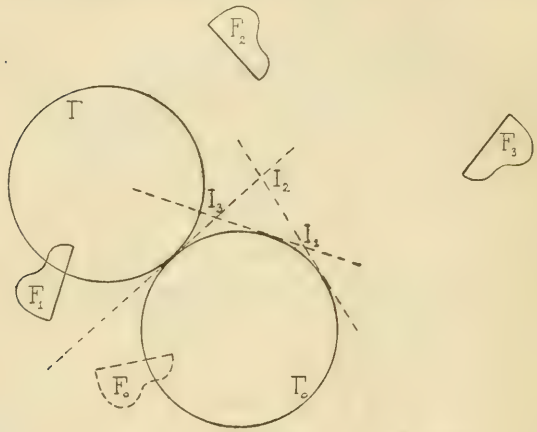


Fig. 4.

de la figure F_1 autour du point I_2 et comme cette rotation passe par F_2, les figures F_0 et F_3 doivent être symétriques l'une de l'autre par rapport à une certaine droite A passant par I_2 ; pour la même raison, les figures F_0 et F_2 doivent être symétriques l'une de l'autre par rapport à une certaine droite B passant par I_3 ; soit i le point de rencontre des droites A et B ; en construisant les figures symétriques de F_0 par rapport à toutes les droites qui passent par i, on obtient

une rotation R_1^1 passant par F_2 et F_3, c'est-à-dire que le point i coïncide avec le point I_1 et par suite, les droites A et B avec les droites $I_2 I_1$ et $I_3 I_1$). Donc, si l'on trace un cercle Γ_0 tangent aux trois côtés de ce triangle et un cercle Γ symétrique de Γ_0 par rapport au côté $I_2 I_3$ et si l'on suppose que le cercle Γ roule sur le cercle Γ_0 en entraînant la figure F_1, cette figure passera successivement par les positions F_2 et F_3.

Ce problème a quatre solutions, puisqu'il existe quatre cercles tangents aux trois côtés d'un triangle, mais parmi ces quatre solutions, il n'y en a qu'une qui permette à la figure F de passer par les trois positions données sans que les points de cette figure passent par les points doubles de leur trajectoire. C'est cette solution qui doit être considérée comme la vraie, parce qu'elle n'introduit pas de singularité dans le mouvement entre les trois positions considérées.

Les rotations à un paramètre d'ordre supérieur à deux ne sont plus des mouvements tout à fait généraux ; ainsi par exemple, si l'on considère quatre positions *arbitrairement choisies* d'une figure plane F, on ne peut pas en général faire passer une rotation R^1_3 par ces quatres positions, car il faudrait pour cela que l'on pût construire une figure F_0 et quatre droites telles que la figure F_0 fût respectivement symétrique des quatre figures F par rapport à chacune des quatre droites, ce qui en général est impossible.

Des rotations à deux paramètres. Construisons les figures F symétriques d'une figure fixe F_0 par rapport à chaque droite du plan. Les figures F ainsi obtenues sont égales entre elles et leur nombre est doublement infini. L'ensemble ou le lieu de ces figures définit donc

une *rotation à deux paramètres* de la figure F, rotation qui sera représentée par le symbole R^2_1 ; en effet, dans le plan, il n'existe qu'une seule espèce de rotation à deux paramètres; on peut donc dire qu'une pareille rotation est du premier ordre.

Dans toute rotation à deux paramètres, chaque point M de la figure F décrit tout le plan et le mouvement de ce point M présente un point singulier au point correspondant M_0 de la figure fixe F_0 qui définit la rotation ; en effet construisons les figures F symétriques de F_0 par rapport aux différentes droites qui passent par M_0 : le lieu de ces figures sera une rotation R^1_1 autour du point M_0, rotation qui est contenue toute entière dans la rotation à deux paramètres, puisque les droites considérées font partie des droites du plan ; en d'autres mots, *lorsque dans une rotation R^2_1 le point M vient à coïncider avec M_0, la figure F peut pivoter autour du point M_0, sans sortir de la rotation à deux paramètres.*

De même, dans toute rotation R^2_1, chaque droite D de la figure F décrit tout le plan et le mouvement de cette droite D présente une position singulière qui coïncide avec la droite correspondante D_0 de la figure F_0 ; en effet, construisons les figures F symétriques de F_0 par rapport aux différentes droites du plan perpendiculaires à D_0 : le lieu de ces figures définira une translation T^1_1 parallèle à la droite D_0, translation qui fait partie de la rotation R^2_1, c'est-à-dire que, *lorsque dans une rotation R^2_1 la droite D vient coïncider avec la droite D_0, la figure F peut glisser parallèlement à cette droite sans sortir de la rotation à deux paramètres.*

Considérons une figure fixe F_0 et la rotation R^2_1 cor-

respondante ; si l'on trace dans le plan une courbe quelconque Γ_0 et que l'on construise les figures F symétriques de F_0 par rapport aux différentes droites tangentes à cette courbe, le lieu de ces figures définira une rotation R^1_ω contenue toute entière dans la rotation à deux paramètres, puisque les tangentes à Γ_0 font partie des droites du plan. En outre, si l'on considère le mouvement d'un point quelconque M de la figure F, le point multiple de la trajectoire du point M dans cette rotation R^1_ω coïncidera toujours avec le point singulier du mouvement du point M dans la rotation R^2_1, puisque soit le point multiple, soit le point singulier ne sont autre chose que le point correspondant M_0 de la figure F_0. De même, si l'on suit le mouvement d'une droite quelconque D de la figure F, la tangente multiple de l'enveloppe de la droite D dans la rotation R^1_ω coïncidera avec la position singulière du mouvement de la droite D dans la rotation R^2_1, puisque soit la tangente multiple, soit la droite singulière ne sont autre chose que la droite correspondante D_0 de la figure F_0. Réciproquement *tout mouvement à un paramètre de la figure F, contenu dans une rotation R^2_1 est une rotation*, c'est-à-dire que ce mouvement peut être produit par le roulement d'une courbe sur une courbe égale et symétrique.

Toute rotation R^2_1 contient une double infinité de rotations R^1_1, puisqu'on peut grouper les droites du plan en faisceaux de droites issues d'un point et qu'à chaque point du plan correspond un de ces faisceaux ; dans toutes ces rotations R^1_1, chaque point M de la figure F décrit un cercle qui passe par le point fixe M_0 et chaque droite D enveloppe un cercle tangent à la droite fixe D_0.

Toute rotation R^2_1 contient une triple infinité de rotations R^1_2, car on peut grouper les droites du plan en séries de droites tangentes à un même cercle et à chaque cercle du plan correspond une de ces séries ; dans toutes ces rotations R^1_2, tout point M de la figure F, décrit un limaçon de Pascal qui présente un point double au point fixe M_0 ; ce point double est donc le même quelle que soit la rotation R^1_2 considérée. De même toute droite D enveloppe une courbe qui possède une tangente double ; cette tangente est la droite D_0 quelle que soit la rotation R^1_2 considérée, etc.

Si F_1, F_2, F_3, etc. sont des positions de la figure F, choisies arbitrairement dans une rotation à deux paramètres, *deux de ces positions, F_1 et F_2 par exemple, déterminent une rotation R^1_1 qui sera contenue toute entière dans la rotation R^2_1 ; trois de ces positions, F_1, F_2, F_3, déterminent une rotation R^1_2 qui sera aussi contenue dans la rotation R^2_1, etc.*

Montrons maintenant que la rotation à deux paramètres est le mouvement le plus général (à deux paramètres) dans le plan, c'est-à-dire que *par trois positions, arbitrairement choisies, d'une figure F dans le plan, on peut toujours faire passer une rotation à deux paramètres et on n'en peut faire passer qu'une seule.*

Nous avons vu que ces trois positions F_1, F_2, F_3 déterminent deux à deux trois rotations R^1_1 dont les centres I_1, I_2, I_3, forment un triangle et qu'il existe une seule figure F_0 respectivement symétrique des trois figures données par rapport aux trois côtés de ce triangle (fig. 4). Si l'on construit les figures F symétriques de cette figure F_0 par rapport à chaque droite du plan, le lieu des figures ainsi obtenues définira une

rotation R^2_1, qui contiendra évidemment les trois figures données et la solution est unique. Dans le cas où les trois figures F_1, F_2, F_3 sont parallèles, la rotation R^2_1, se réduit à une translation T^2_1.

Nous mentionnerons quelques autres propriétés de la rotation à deux paramètres dans les paragraphes suivants.

§ 3. *Application de la théorie précédente au mouvement d'un fluide dans un plan.*

Considérons un fluide en mouvement dans un plan. En chaque point M du plan se trouve une molécule du fluide, animée d'un mouvement dans une certaine direction D; la figure (MD) constitue donc un *élément fluide*. Le fluide contient une double infinité d'éléments tels que (MD), distribués sur tout le plan.

Comme exemple de fluide en mouvement dans un plan, on peut citer les champs magnétiques produits d'une façon quelconque dans un plan; si l'on place en un point M du plan une petite aiguille aimantée, cette aiguille prendra sous l'influence des forces magnétiques une certaine direction D, qui n'est autre que la tangente à la ligne de force passant par le point M. Ainsi dans tout fluide en mouvement dans un plan il existe un système de *lignes de flux* telles que toutes les molécules situées sur une même ligne de flux sont animées d'un mouvement dans une direction tangente à cette ligne et un fluide en mouvement dans un plan est complètement déterminé lorsqu'on connaît ses lignes de flux.

Nous nous proposons de rechercher quel est le

système le plus général de lignes de flux dans le plan et d'étudier les propriétés de ce système. Pour résoudre ce problème, il suffit de remarquer qu'un élément fluide (MD) est équivalent à une figure de grandeur invariable F, car si l'on connaît la position d'un point M de cette figure et la direction d'une droite D passant par M, la position de la figure F sera complètement déterminée ; on peut dire qu'un élément fluide est l'expression la plus simple d'une figure plane de grandeur invariable.

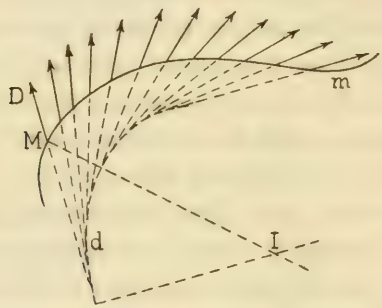


Fig. 5.

Les systèmes les plus généraux d'éléments fluides correspondront donc aux mouvements les plus généraux d'une figure de grandeur invariable.

Des lignes d'éléments fluides : Nous appelons *ligne d'éléments fluides* toute série continue d'éléments fluides (MD) en nombre simplement infini (fig. 5). Le lieu des points M est une certaine courbe m et l'enveloppe des droites D est une autre courbe d. Pour obtenir la ligne la plus générale d'éléments fluides, il suffit de faire subir à un élément fluide (MD) une rotation R'_1 ;

nous donnerons à cette ligne le nom de *couronne* (fig. 6). Le lieu du point M est un cercle *m* qui constitue la *base* de la couronne et l'enveloppe de la droite D est

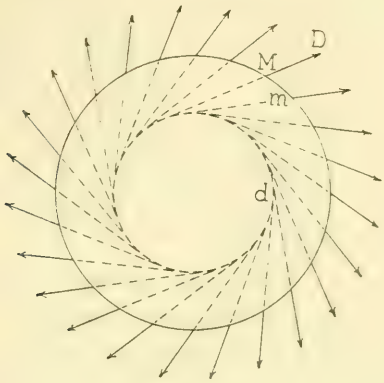


Fig. 6.

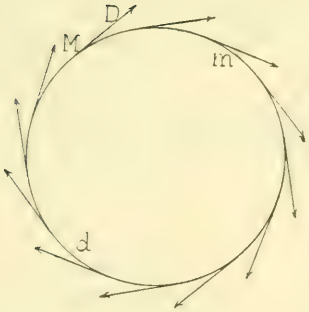


Fig. 7.

un cercle concentrique *d* qui forme la *gorge* de la couronne.

Lorsque l'élément MD est tangent à la base de la couronne, les deux cercles coïncident et la couronne devient une *couronne de flux* (fig. 7). Lorsque la base

de la couronne a un rayon infiniment grand, tous les éléments fluides sont parallèles et la couronne est dite *à base rectiligne* (fig. 8); au contraire, si la base a un rayon nul la couronne se réduit à un faisceau de droites dont le point M est le centre (fig. 9) et dans ce cas le point M prendra le nom de *pôle*, parce qu'en un tel point la direction de l'élément fluide est indéterminée.

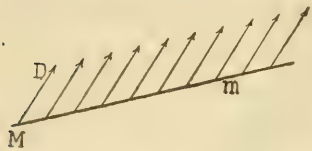


Fig. 8.

Fig. 9.

Par deux éléments fluides situés d'une manière quelconque dans le plan, on peut toujours faire passer une couronne et on n'en peut faire passer qu'une seule. Ceci résulte des propriétés de la rotation R'_1. On pourra construire le centre de la couronne cherchée de la façon suivante : soient (M_1D_1) et (M_2D_2) les éléments donnés (fig. 10); on élèvera une perpendiculaire sur le milieu de la droite M_1M_2 et on tracera la bissectrice du supplément de l'angle formé par les droites D_1 et D_2 ; cette bissectrice rencontrera la perpendiculaire au point cherché I.

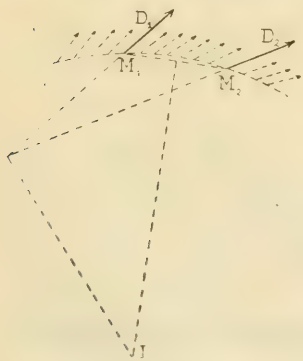


Fig. 10.

Considérons une ligne quelconque d'éléments fluides et un élément (MD) de cette ligne (fig. 5). Par cet élément et par l'élément infiniment voisin, on peut faire passer une couronne qui sera dite *tangente* à la ligne

d'éléments fluides ; le centre I de cette couronne tangente est déterminé par l'intersection des normales correspondantes aux courbes m et d, car si l'élément (MD) tourne autour du point I, cet élément décrira une couronne dont la base sera tangente à la courbe m et la gorge tangente à la courbe d. On peut donc considérer toute ligne d'éléments fluides, comme formée de fragments infiniment petits de couronnes.

Etant donnés trois éléments fluides situés d'une manière quelconque dans le plan, la ligne la plus simple d'éléments fluides que l'on puisse faire passer par ces trois éléments est la ligne décrite par un élément qui subit une rotation R'_2. Ce théorème résulte des propriétés de la rotation R'_2 et il suffit, pour le démontrer, de remplacer dans la figure 4, les figures F par des éléments fluides. La fig. 13 montre la forme de la trajectoire d'un élément fluide qui subit une rotation R'_2, c'est-à-dire qui est lié à un cercle Γ qui roule sur un cercle Γ_0 de même rayon,

Des fluides plans: Un fluide plan est un système d'éléments fluides en nombre doublement infini, puisque le fluide contient un élément en chaque point du plan.

Le fluide plan le plus général, ou si l'on veut, la forme la plus générale d'un tourbillon dans un plan, s'obtiendra en faisant subir à un élément fluide une rotation à deux paramètres, c'est pourquoi nous désignerons ce fluide particulier sous le nom de *couronoïde*[1]. Ainsi *un couronoïde peut être défini comme le lieu des*

[1] J'ai remplacé le nom précédemment choisi de *système circulaire* par celui de *couronoïde*, plus conforme aux propriétés de ce système.

positions d'un élément fluide (MD) symétriques d'un élément fixe (M_0D_0) par rapport à chaque droite du plan. Le couronoïde est donc entièrement déterminé par l'élément fluide (M_0D_0).

Pour se former une idée nette de la constitution d'un couronoïde, il suffit d'en déterminer les lignes de flux. Ces lignes de flux se composent de tous les cercles tangents à la droite D_0 au point M_0 (fig. 11), car il

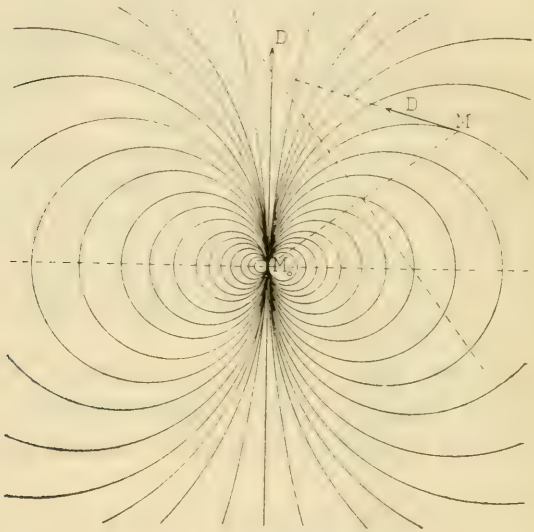


Fig. 11.

est évident que si l'on construit en un point quelconque M la tangente D au cercle passant par M, l'élément (MD) sera toujours symétrique de (M_0 D_0) par rapport à la droite perpendiculaire sur le milieu de MM_0. On peut remarquer que cette perpendiculaire passe par le point de rencontre de la droite D avec la droite fixe D_0.

et que le sens du mouvement sur les lignes de flux du couronoïde est opposé au sens du mouvement de l'élément (M_0 D_0). Nous dirons que la droite D_0 est l'*axe* du couronoïde et que le point M_0 en est le *pôle*, car il résulte des propriétés de la rotation à deux paramètres que lorsque le point M coïncide avec le point singulier M_0, la figure (MD) est libre de pivoter autour du point M_0, de sorte qu'en ce point la direction de l'élément fluide est indéterminée.

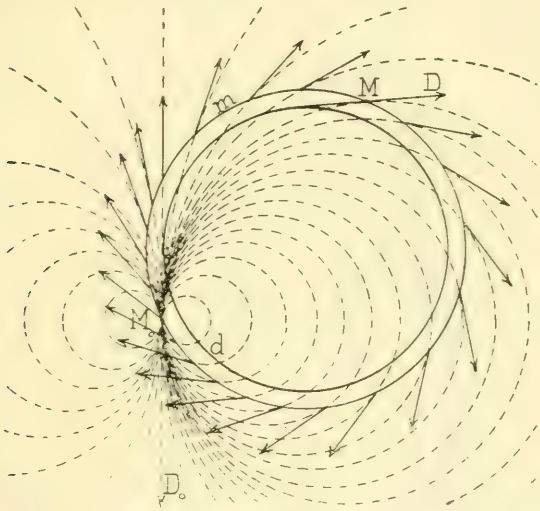


Fig. 12.

Les propriétés des couronoïdes sont évidemment les mêmes que celles de la rotation à deux paramètres et peuvent se résumer ainsi : *Tout couronoïde contient une double infinité de couronnes*, dont les bases passent toutes par le pôle M_0 et dont les gorges sont toutes tangentes à l'axe D_0 ; en effet, tout cercle passant par le pôle est la base d'une couronne faisant partie du couronoïde (fig. 12), c'est-à-dire que tous les éléments

fluides du couronoïde qui sont situés sur ce cercle font un angle constant avec ce dernier ; car ce cercle, rencontrant toutes les lignes de flux sous un même angle au point M_0, recoupera une seconde fois toutes ces lignes sous le même angle puisque deux cercles quel-

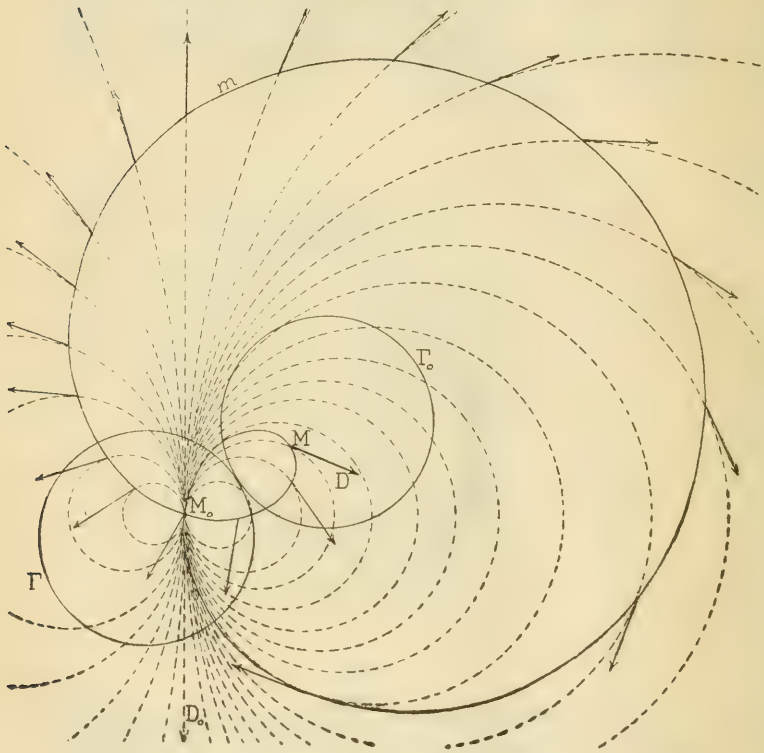


Fig. 13.

conques qui se rencontrent, se coupent toujours deux fois sous le même angle. *Si une courbe quelconque* Γ *roule sur une courbe égale et symétrique* Γ_0 *en entraînant l'élément fluide* (MD) *symétrique de* (M_0D_0) *par*

rapport à la tangente commune aux courbes roulantes, cet élément fluide ne cessera pas d'appartenir au couronoïde défini par $(M_0 D_0)$. La fig. 13 représente le cas où les courbes Γ sont des cercles égaux. *La couronne qui joint deux éléments quelconques d'un couronoïde fait elle-même partie du couronoïde*, car la base de cette couronne est le cercle qui passe par les deux points donnés et par le pôle M_0. *Par chaque point M d'un couronoïde passent une infinité de couronnes dont les centres sont tous situés sur une droite* perpendiculaire sur le milieu de MM_0, car cette droite est le lieu des centres de tous les cercles passant par les deux points M et M_0. *Tout couronoïde peut être engendré en faisant tourner successivement un même élément fluide* $(M\ D)$ *autour de tous les points d'une droite et cette génération est possible d'une double infinité de manières différentes*; ceci résulte de la proposition précédente. *Par trois éléments fluides quelconques, on peut toujours faire passer un couronoïde et on n'en peut faire passer qu'un seul*; en effet, nous savons que ce couronoïde existe puisqu'il existe une rotation R^2, passant par trois positions arbitraires d'une figure invariable; pour le déterminer, il suffit de tracer les trois couronnes (fig. 14) qui réunissent deux à deux les trois éléments fluides donnés $(M_1\ D_1)$, $(M_2\ D_2)$ et $(M_3\ D_3)$; les bases de ces trois couronnes se recouperont en un même point M_0 et leurs gorges seront tangentes à une même droite D_0 passant par M_0. La figure $(M_0\ D_0)$ définit le couronoïde cherché. *Si l'on fait tourner un couronoïde de 90 degrés autour de son pôle, on obtient un nouveau couronoïde orthogonal au premier*, c'est-à-dire que, si les lignes de flux du premier couronoïde

représentent les lignes de flux d'un fluide, celles du second couronoïde représenteront les lignes équipotentielles de ce fluide (fig. 15). *Deux couronoïdes quel-*

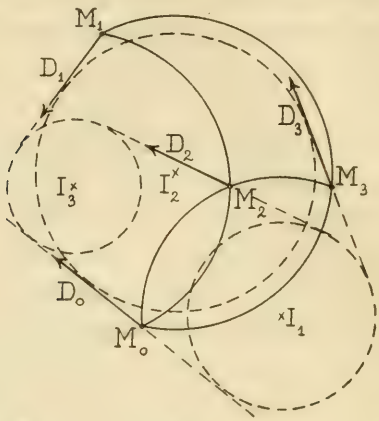


Fig. 14.

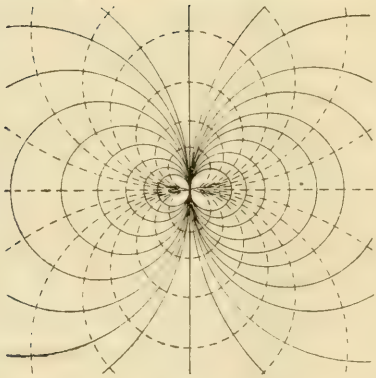


Fig. 15.

conques ont toujours une couronne commune, en effet soit (M D) un élément fluide commun à deux couronoïdes (M_0 D_0) et (M'_0 D'_0) ; par les trois points M, M_0, M'_0

on peut toujours faire passer un cercle et ce cercle sera la base d'une couronne appartenant aux deux couronoïdes ; d'ailleurs les deux couronoïdes n'ont pas d'autre élément commun, sans quoi ils coïncideraient. *Trois couronoïdes quelconques ont toujours un seul élément fluide commun*, car si $(M_0\ D_0)$, $(M'_0\ D'_0)$, $(M''_0\ D''_0)$ sont les éléments qui définissent ces trois couronoïdes, il existe un couronoïde passant par ces trois éléments; si M est le pôle et D l'axe de ce couronoïde, l'élément fluide (M D) sera l'élément commun aux trois couronoï-

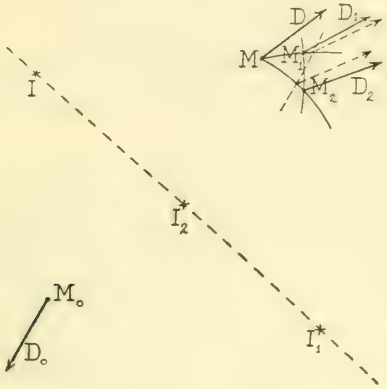


Fig. 16.

des. Il y a donc réciprocité entre les éléments (M D) et les éléments $(M_0\ D_0)$.

Considérons maintenant un fluide quelconque dans le plan et un élément (M D) de ce fluide ; *il existe toujours un couronoïde tangent au fluide, relatif à cet élément*; en effet, soient $(M_1\ D_1)$ et $(M_2\ D_2)$ deux éléments du fluide infiniment voisins de (M D) : les trois éléments (M D), $(M_1\ D_1)$, $(M_2\ D_2)$ déterminent deux à deux trois couronnes, ou trois rotations R'_1, dont l'une est la résultante des deux autres (fig. 16). Comme ces

rotations sont infiniment petites, les centres I, I_1, I_2 de ces trois couronnes sont en ligne droite et ces couronnes passent toutes trois par l'élément (M D) à un infiniment petit près; en déplaçant respectivement les éléments (M_1 D_1) et (M_2 D_2) sur les couronnes I_1 et I_2, le centre I se déplacera sur la droite I_1 I_2 et la couronne I passera successivement par chacun des éléments infiniment voisins de (M D); or, cette couronne I engendre un couronoïde puisqu'elle ne cesse de passer par l'élément (M D) et que son centre décrit une droite, ce qui démontre la proposition. Ce couronoïde sera dit *tangent* au fluide considéré, l'élément de contact étant l'élément (M D); l'élément (M_0D_0), symétrique de (M D) par rapport à la droite I_1 I_2, détermine le pôle et l'axe du couronoïde tangent.

On peut aussi dire que *tout fragment infiniment petit d'un fluide plan est un fragment de couronoïde*, et l'on voit qu'à chaque élément (M D) d'un fluide correspond un élément (M_0 D_0) formé par le pôle et l'axe du couronoïde tangent au fluide en (M D). Lorsque (M D) décrit le fluide considéré, (M_0 D_0) décrit un fluide qu'on peut appeler *fluide dérivé*. Il y a réciprocité entre un fluide et son fluide dérivé, parce qu'il y a réciprocité entre les éléments (M D) d'un couronoïde et l'élément (M_0 D_0) qui définit ce couronoïde; donc si un fluide est dérivé d'un autre, réciproquement cet autre est dérivé du premier.

Comme application de la théorie précédente, proposons-nous de résoudre le problème suivant : *Considérons un fluide en mouvement dans un plan; on a déterminé expérimentalement la direction du mouvement de ce fluide en un certain nombre de points 1, 2, 3, 4, 5,*

etc. On demande de déterminer d'après ces données, toutes les lignes de flux du fluide.

Ce problème peut s'énoncer ainsi : déterminer un fluide plan contenant un certain nombre d'éléments fluides donnés. Il s'agit de faire une interpolation géométrique.

Soient (M D), (M_1 D_1), (M_2 D_2) trois des éléments donnés (fig. 17) ; construisons le couronoïde (M_0 D_0)

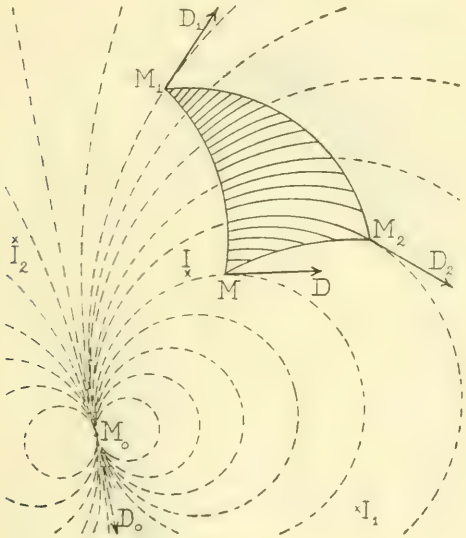


Fig. 17.

qui contient ces trois éléments et traçons les lignes de flux de ce couronoïde, ainsi que les bases des couronnes qui joignent deux à deux les éléments donnés. Ces bases forment un triangle curviligne et les lignes de flux comprises à l'intérieur de ce triangle constituent un fragment de couronoïde, que nous appelerons le *flux relatif aux trois éléments (M D), (M_1 D_1), (M_2 D_2)* ; le

point M_0 est *le pôle du flux* relatif à ces trois éléments et l'on peut remarquer que ce pôle est toujours situé sur les trois côtés du triangle curviligne $M\ M_1\ M_2$. En

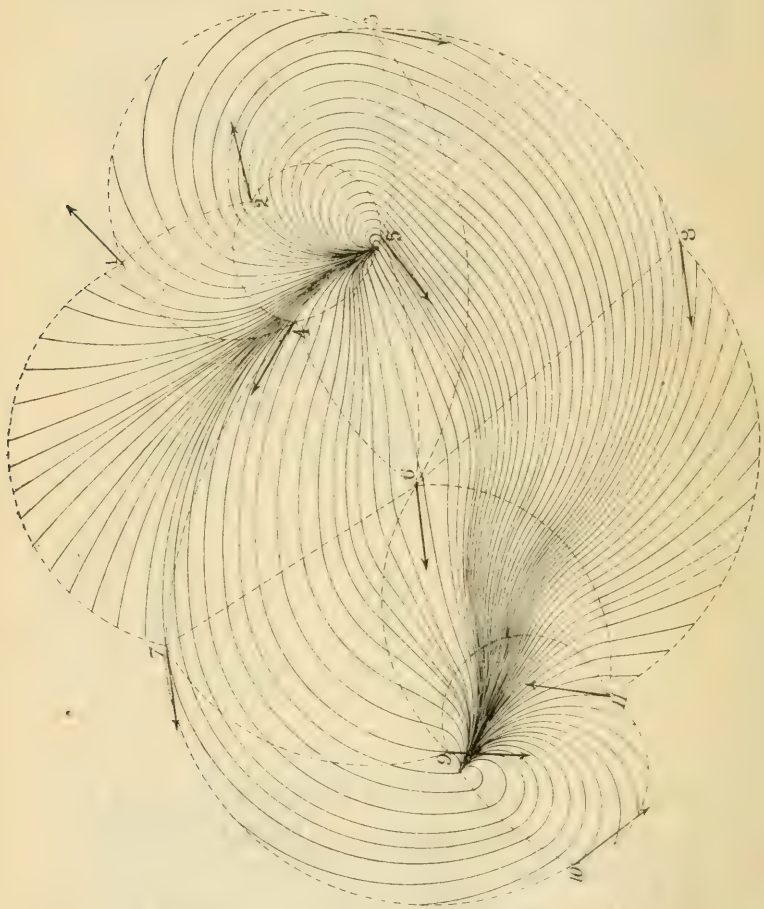


Fig. 18.

général, ce pôle est virtuel, c'est-à-dire qu'il ne fait pas partie du flux relatif au triangle M, M_1, M_2, étant

situé sur le prolongement des trois côtés de ce triangle : mais il peut arriver que le pôle du flux d'un triangle soit situé entre deux des sommets, dans ce cas, le pôle est réel et fait partie du flux du triangle.

Ceci posé, pour déterminer les lignes de flux d'un fluide, dont on connaît la direction du mouvement en un certain nombre de points 1, 2, 3, 4, 5, etc., il suffira de grouper ces points trois par trois et de tracer les flux de tous les triangles ainsi formés (fig. 18). En effet, tous ces flux se raccordent entre eux exactement, de manière à former un fluide unique remplissant les conditions demandées, car deux triangles adjacents ayant toujours deux sommets communs, la couronne qui joint ces deux sommets fait partie des flux de ces deux triangles ; le mouvement du fluide ainsi obtenu a bien la direction voulue en chacun des points donnés 1, 2, 3, 4, 5, etc. Dans la fig. 18, les flux de tous les triangles ont des pôles virtuels, excepté les flux des triangles 2, 4, 5 et 9, 10, 11 ; le fluide possède donc deux pôles réels dont l'existence et la situation n'apparaissaient pas dans les seules données du problème ; ces deux pôles sont de nature différente, car le mouvement du fluide émane de l'un (pôle négatif) et converge vers l'autre (pôle positif).

§ 4. *Application de la même théorie au mouvement d'une figure plane de grandeur invariable.*

Dans la théorie ordinaire du mouvement d'une figure F dans un plan, on ne fait usage que de la rotation R'_1 : cette rotation est en effet le mouvement type du premier ordre à un paramètre. Mais nous avons vu qu'il

existe dans le plan deux autres mouvements types, savoir la rotation R^1_2 et la rotation R^2_1, et la considération de ces deux rotations permet de développer cette théorie.

Tout d'abord la rotation R^2_1 jouera dans les mouvements plans à deux paramètres le même rôle que la rotation R^1_1 dans les mouvements à un paramètre, c'est-à-dire que *tout mouvement infiniment petit de la figure F à deux paramètres peut être considéré comme une rotation R^2_1 infiniment petite* et si l'on se donne un certain nombre de positions F_1, F_2, F_3, F_4, etc. de la figure F dans un mouvement quelconque à deux paramètres, on pourra déterminer par interpolation le mouvement complet de la figure, en groupant les positions données trois par trois et en remplaçant dans chaque groupe le mouvement réel par une rotation R^2_1 comme nous l'avons fait pour les fluides.

Mais la rotation R^2_1 peut servir aussi à l'étude des mouvements à un paramètre ; pour en comprendre le rôle, il suffit de comparer la position d'une figure F dans un plan à la position d'un point dans l'espace : à tout mouvement à un paramètre de la figure F correspondra une courbe dans l'espace ; en particulier, à la rotation R^1_1 correspondra une ligne droite et à la rotation R^1_2, un cercle ; à tout mouvement à deux paramètres de la figure F correspondra une surface dans l'espace ; en particulier, à la rotation R^2_1 correspondra un plan dans l'espace. Donc, dans l'étude des mouvements à un paramètre de la figure F, la rotation R^1_1 joue le même rôle que la tangente dans l'étude d'une courbe gauche ; la rotation R^1_2 joue le rôle du cercle osculateur et la rotation R^2_1, celui du plan osculateur.

Considérons donc un mouvement quelconque à un paramètre d'une figure plane et soit F une position de cette figure faisant partie du mouvement ; soit F_1, la position infiniment voisine ; les deux figures F et F_1 déterminent une rotation R^1_1 tangente au mouvement donné, le centre I de cette rotation est désigné habituellement sous le nom de centre instantané, nous l'appellerons *centre instantané du premier ordre* ; pour déterminer ce centre il suffit de connaître les trajectoires de deux points quelconques M et M' de la figure F et de tracer en ces points les normales M I et M' I à ces trajectoires (fig 19), soit F_2 la position de la figure, infiniment voisine de F_1 ; les trois figures F, F_1, F_2 déterminent une rotation R^1_2 *osculatrice* au mouvement donné. On a vu qu'une rotation R^1_2 est produite par le roulement d'un cercle Γ sur un cercle fixe Γ_0, de même rayon ; pour déterminer la rotation R^1_2 osculatrice au mouvement donné, je dis qu'il suffit de déterminer le centre Φ du cercle fixe Γ_0 et je désignerai le point Φ sous le nom de *centre instantané du second ordre* : en effet, si l'on se reporte à la figure 4 et que l'on suppose les trois positions de la figure F infiniment voisines, les trois centres I seront aussi infiniment voisins et deux de ces centres se trouveront sur le cercle Γ_0 ; c'est-à-dire que, le centre instantané du second ordre étant connu, le cercle Γ_0 de la rotation R^1_2 osculatrice s'obtiendra en décrivant autour de ce centre Φ un cercle passant par le centre instantané du premier ordre I.

Pour déterminer le centre Φ au moyen des trajectoires des deux points M et M', nous utiliserons la propriété suivante de la rotation R^1_2 : lorsqu'un cercle roule sur un cercle égal en entraînant une figure F,

tout point M de cette figure décrit une trajectoire dont la normale est la droite M I qui passe par le point de contact I des deux cercles et si l'on projette le centre Φ du cercle fixe sur cette normale, on obtient un point φ tel que :

$$\frac{1}{MI} + \frac{1}{I\mu} = \frac{2}{I\varphi}$$

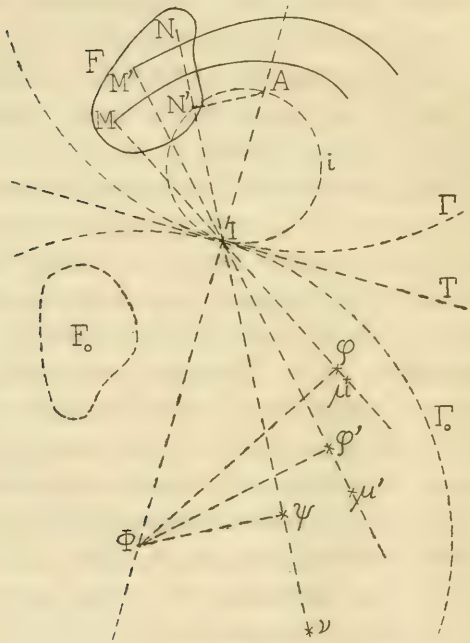


Fig. 19.

μ étant le centre de courbure de la trajectoire du point M. Cette relation permet de déterminer facilement le point φ lorsqu'on connaît μ, ou réciproquement. En outre cette relation sera vraie pour un mouvement

quelconque, φ désignant alors la projection du centre instantané du second ordre Φ.

Puisque l'on connaît les trajectoires de deux points M et M′ de la figure F, on connaît les normales M I et M′ I de ces trajectoires et leurs centres de courbure μ et μ' (fig. 19) ; la formule précédente permet donc de construire les points correspondants φ et φ' et par suite le centre instantané du second ordre Φ, en élevant par ces points des perpendiculaires aux normales. La rotation R^1_2 osculatrice est ainsi complètement déterminée et cette rotation permet de déterminer le centre de courbure de la trajectoire d'un point quelconque N de la figure F ; on projettera le centre Φ sur la droite N I en ψ et le centre de courbure υ sera donné par la formule :

$$\frac{1}{\overline{NI}} + \frac{1}{\overline{I\upsilon}} = \frac{2}{\overline{I\psi}}$$

Nous ajouterons que dans tout mouvement, le cercle des inflexions i est tangent en I au cercle Γ_0 et le diamètre du cercle des inflexions est toujours égal à la moitié de la distance des centres instantanés I et Φ, car lorsque le centre de courbure υ' est à l'infini, $\overline{I\upsilon'} = \infty$ et la formule précédente se réduit à $\overline{I\psi} = 2\,\overline{N'I}$, $\overline{I\psi}$ étant la projection de $\overline{I\Phi}$ et $\overline{N'I}$ la projection du diamètre IA du cercle des inflexions.

Reprenons maintenant les trois positions consécutives F, F_1, F_2 de la figure F animée d'un mouvement à un paramètre (fig. 19) ; ces trois positions déterminent non seulement une rotation R^1_2 osculatrice mais aussi une rotation R^2_1 osculatrice et il résulte de ce que nous savons sur les rotations que soit la rotation tan-

gente R^1_1, soit la rotation osculatrice R^1_2 seront contenues entièrement dans la rotation osculatrice R^2_1 (de même que la tangente et le cercle osculateur d'une courbe gauche sont contenus dans le plan osculateur). Si l'on construit la figure F_0 symétrique de la figure F par rapport à la tangente en I au cercle Γ_0, la rotation osculatrice R^2_1 se composera de toutes les figures symétriques de F_0 par rapport aux différentes droites du plan ; cette rotation passe évidemment par F ; elle contient la rotation R^1_1 tangente au mouvement puisque la droite I T passe par le centre de cette rotation ; enfin

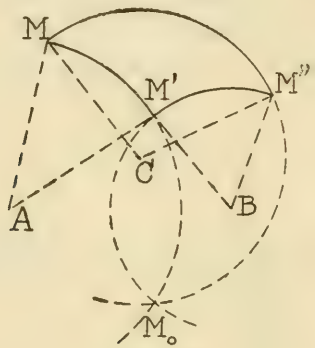


Fig. 20.

elle contient la rotation osculatrice R^1_2, puisque I T est tangent au cercle Γ_0. Ajoutons que la droite I T est aussi tangente au lieu des centres instantanés I.

Remarque sur la composition des rotations : Comme conséquence des propriétés de la rotation à deux paramètres, on peut encore indiquer une nouvelle règle de composition des rotations de grandeur quelconque. Soit à composer une rotation d'un angle α autour du point A avec une rotation d'un angle β autour du point B (fig. 20) ; pendant la première rotation, un point quel-

conque M décrira un arc de cercle MM′ autour du point A et pendant la seconde rotation, ce point décrira un arc M′M″ autour du point B. Les arcs MM′ et M′M″ prolongés se coupent en un second point M_0 : je dis que le cercle passant par les trois points M M_0 M″ détermine complètement la rotation résultante, c'est-à-dire que le centre C de ce cercle est le centre de la rotation résultante et que la grandeur de cette rotation est exprimée par l'arc MM″ ou par l'angle au centre MCM″. En effet la rotation R_1^2 qui passe par les trois positions M, M′, M″ de la figure doit contenir les trois rotations R_1^1 qui joignent deux à deux ces trois positions, donc les trois arcs de cercle décrits par un point quelconque M doivent passer par un même point qui est le point singulier M_0 (relatif au point M) de la rotation R_1^2.

On voit que deux rotations R_1^1 qui ont une position commune M′, déterminent une rotation R_1^2 qui contient la résultante de ces deux rotations R_1^1 quels que soient les angles de ces dernières et l'on peut dire que la règle de composition que nous venons d'indiquer constitue une généralisation du triangle de composition des translations, car le triangle curviligne MM′M″ devient rectiligne lorsque les centres de rotation A et B sont à l'infini. Le triangle curviligne MM′M″ a ceci de remarquable que la somme de ses angles est toujours égale à deux angles droits, car si l'on transforme ce triangle par rayons recteurs réciproques issus du point M_0, on obtient un triangle rectiligne.

(A suivre.)

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LA

MESURE DES CONSTANTES CRITIQUES

PAR

Ph.-A. GUYE et Ed. MALLET

(*Suite et fin*[1].)

CHAPITRE IV

Tableaux numériques

Dans les tableaux ci-après, nous avons consigné les résultats de nos observations, ainsi que les constantes et coefficients physico-chimiques que le calcul permet d'en tirer. Les valeurs marquées du signe * sont empruntées, sauf mention spéciale, à divers observateurs déjà cités.

Le tableau I donne les valeurs observées de p_c et de t_c ainsi que le point d'ébullition sous H_o.

Dans le tableau II, on trouvera les valeurs de p_c et T_c (en valeur absolue $= t_c + 273$), le coefficient critique[2], les valeurs des coefficients a et b de l'équation de M. van der Waals, déduites des constantes critiques,

[1] Voir *Archives*, janvier 1902, t. XIII, p. 30; février, p. 129; mars, p. 274.

[2] Voir Guye. *C. r.* *110*, p. 141 et 1128 (1890). *Bl.* [3] *3*, p. 511. *Arch. sc. phys. et nat.*, Genève [3] *23*, p. 197 et *27*, p. 605. *A. ch. et phys.* [6] *21*, p. 206 et 212, et *26*.

pour l'équation rapportée à la molécule gramme et pour l'équation rapportée au volume initial unité [1].

Le tableau III donne les valeurs relatives à l'indice de réfraction par rapport à la raie D du sodium, c'est-à-dire : la température à laquelle a été faite l'observation : la densité et l'indice de réfraction à cette température, la réfraction moléculaire calculée, à partir de l'indice de réfraction observé, au moyen de la formule Lorentz et Lorenz $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2}\frac{M}{d}$, et celle obtenue en faisant la somme des réfractions atomiques [2] ; enfin, dans la der-

[1] Les unités sont les mêmes que celles admises par MM. Guye et Friderich, *Arch. sc. phys. et nat.* [4] t. IX, p. 505 c'est-à-dire pour l'équation $\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT$, soit $b = \frac{R}{8}\frac{T_c}{p_c}$ et $a = 27\, p_c\, b^2$, le système cm³ atm. $R = \frac{22410}{273} = 82{,}09$. Les valeurs des constantes a_1 et b_1 rapportées au volume initial unité sont calculees par la formule approchée donnée par ces auteurs : $b_1 = 0{,}0004496\,\frac{T_c}{p_c} + 0{,}000001835\left(\frac{T_c}{p_c}\right)^2$.

[2] Les réfractions atomiques dont nous nous sommes servis sont celles indiquées par M. Brühl (Ber. 28, p. 2397 à 2402) et M. Conrady (Ph. Ch. 3, 216) soit :

Carbone simplement lié	= 2,501.
Hydrogène	= 1,051.
Oxygène d'hydroxyle	= 1,521.
Oxygène de carbonyle	= 2,287.
Azote dans les nitriles gras	= 3,056.
» » » aromatiques	= 3,790.
» de NH_2 d^s la série aromatique	= 3,213.
» de $N\begin{smallmatrix}CH_3\\CH_3\end{smallmatrix}$ » »	= 4,363.
» type = NH	= 2,649.
Liaison éthylénique	= 1,707.
Chlore	= 5,998.

nière colonne, les réfractions moléculaires calculées pour le rayon de longueur d'onde infinie.

Le tableau IV donne le coefficient de viscosité($\eta = kd\theta$)[1] la température t à laquelle les mesures ont été faites, le temps d'écoulement θ en secondes et la densité d à la température indiquée.

Dans le tableau V, on a réuni :

a) Les valeurs des rapports de la réfraction moléculaire (relative à la raie D et à $\lambda = \infty$) au coefficient critique. On sait que, pour les corps non polymérisés ou non décomposés au point critique, ce rapport est voisin de 1,8 lorsque les réfractions sont calculées avec l'indice de longueur d'onde infinie, et de 1,9 à 2,0, avec l'indice relatif à la raie D[2].

b) Les valeurs du coefficient $f = \frac{\log p_c - \log p}{T_c - T_e} T_e$ calculées au moyen des données critiques T_c et p_c et des données relatives au point d'ébullition à la pression ordinaire T_e et p, empruntées au tableau I. Pour les liquides normaux, c'est-à-dire conservant le même degré de complexité moléculaire entre les températures t_e et t_c, ce rapport est voisin de 3,1[3], les pressions étant exprimées en atmosphères.

c) Les valeurs des rapports entre la température critique et la température d'ébullition sous la pression ordinaire $\frac{T_c}{T_e}$, généralement voisins de 1,5[4].

[1] Le coefficient k, constante de l'appareil = 0,000038223 aux environs de 20°.

[2] Guye, *loc. cit.*

[3] Guye. *Arch. sc. ph. et nat.* [3] *31*, p. 38, 164.

[4] Guldberg. *Ph. Ch. 5*, p. 374. — Guye. *Bl.* [3] 4, p. 262.

d) les différences $T_c - T_e$ qui, d'après Pawlewski[1], devraient être constantes pour une même série, mais ne le sont cependant pas rigoureusement.

Dans le tableau VI, on a réuni les valeurs de la densité critique (D_c) calculée par la règle de M. Mathias, soit en adoptant pour celles-ci des valeurs égales au tiers des densités (d_t), à basse température (t). En regard de ces valeurs, on a inscrit les poids moléculaires (M) et les densités théoriques (D), calculées d'après les lois de Mariotte, Gay-Lussac et Avogadro, et enfin le rapport $\frac{D_c}{D}$.

Nous croyons bien faire d'ajouter que les valeurs de D_c et $\frac{D_c}{D}$ ainsi obtenues ne peuvent avoir la précision de celles qui résultent des déterminations par la méthode du diamètre (Cailletet et Mathias). Nous pensons néanmoins que l'erreur absolue ne dépasse pas en moyenne $\frac{3}{100}$; c'est la conclusion qui résulte d'études numériques, encore inédites, faites dans ce laboratoire.

Le tableau VII contient les valeurs de la constante K proposée par Mme K. Meyer dans son mémoire : « Ueber korrespondierende Zustände der Stoffe » (*Ph. Ch.*, XXXII, 1) sur l'étude des conditions de correspondance des fluides. On verra plus loin que cette constante a été calculée de deux façons différentes donnant les valeurs K_1 et K_2, en général assez concordantes. En regard des valeurs numériques de K_1 et K_2, on a inscrit les températures critiques absolues et les différences $T_c - K_1$ et $T_c - K_2$.

Dans le tableau VIII on a inscrit les valeurs de

[1] Pawlewski. *B.* *15*, 1882, p. 2462.

t_c et p_c calculées par voie indirecte et comparées aux valeurs expérimentales. On indiquera plus loin le mode de calcul et la signification des lettres inscrites au haut de chacune des colonnes de ce tableau.

TABLEAU I.

	Corps.	p_c	t_c	t_e sous H_0 (mms de mercure)
		atm.	°	°
1	Durène	28,6	402,5	*190 sous 760.0 [1]
2	Hexaméthylbenzène	—	>478.0	*260 sous 760,0 [1]
3	Diphénylméthane	28,2	*497,0	*261 — 262 sous 760.0 [2]
4	Biphényle	31,8	495,6	*254 sous 762,0 [3]
5	Naphtaline	39,2	468,2	*218 sous 759,0 [4]
6	Anisol	41,25	368,5	*151,0 sous 721,0
7	Phénétol	33,8	374.0	168,4 — 168,6 sous 731,6
8	m-crésol	45,0	432.0	199,9 const. sous 731,8
9	Aniline A	52,4	425.8	181,0 — 181,1 sous 731,0
10	» B	52,3	425,5	180,6 — 180,7 sous 728,2
11	Diméthylaniline A	35,6	414,7	190,3 — 190,4 sous 714,4
12	» B	36,0	414,2	190,1 const. sous 723,7
13	Diméthyl-o-toluidine A	30,8	394,8	182,0 — 182,2 sous 718,4
14	» B	—	—	182,1 — 182,3 sous 718,6
15	Pipéridine	45,9	—	104,0 — 104,4 sous 729,3
16	Acétonitrile	47,7	270,2	79,6 const. sous 718
17	Propionitrile	41,3	285,7	95.0 — 95,2 sous 722.8
18	Butyronitrile	37.4	309,1	*115,4 — 115,6 sous 739,0
19	Capronitrile	32.15	348,8	154.4 — 154,6 sous 718.4
20	Benzonitrile	41,6	426,2	187,6 const. sous 727,1
21	Ac. propionique A	—	326,8	*140,8 — 141,3 sous 760,8 [5]
22	» B	—	—	140.8 — 141.3 sous 760,8
23	Chloroformiate d'éthyle	!	!	91.3 — 91,35 sous 729,6

[1] Ador, Rilliet. B. *12* 331.
[2] Zincke *A 159*.
[3] Schultz *A*. *174*.
[4] Crafts *Bl*. *39* 282.
[5] Schiff, *A 234* 323.

TABLEAU II

	Corps.	T_c	p_c	K_c	Volume initial unité form. empirique $a_1 \times 10^4$	$b_1 \times 10^4$	Cm³ atmosph. R=82,09 $a \times 10^{-6}$	b
1	Durène	675,5°	28,6	23,62	1046	116,4	45,36	242.4
2	Hexaméthylbenzène	>751,0	—	—	—	—	—	—
3	Diphénylméthane	*770,0	28,2	27,30	1419	136,5	38,25	224,1
4	Biphényle	768,6	31,8	24,17	1224	119,4	52,81	248,0
5	Naphtaline	741,2	39,2	18,89	886,6	91,49	39,79	193,8
6	Anisol	641,5	41,25	15,55	615,8	74,36	28,35	159,6
7	Phénétol	647,0	33,8	19,14	785,6	92,78	35,20	196,4
8	m.-crésol	705,0	45,0	15,67	682,9	74,97	31,41	160,8
9	Aniline A	698,8	52,4	13,34	566,0	63,25	26,51	136,9
10	» B	698,5	52,3	13,36	566,7	63,35	26,54	137,1
11	Diméthylaniline A	687,7	35,6	19,32	844,2	93,72	37,78	198,2
12	» B	687,2	36,0	19,09	832,2	92,53	37,30	195,9
13	Diméthyl-o-toluidine A.	667,8	30,8	21,68	936,3	106,1	41,15	222,5
14	» B.	—	—	—	—	—	—	—
15	Pipéridine	—	45,9	—	—	—	—	—
16	Acétonitrile	543,2	47,7	11,39	369,9	53,59	17,59	116,9
17	Propionitrile	558,7	41,3	13,53	459,6	64,20	21,49	138,8
18	Butyronitrile	582,1	37,4	15,56	559,0	74,40	25,74	159,7
19	Capronitrile	621,8	32,15	19,34	764,1	93,82	34,19	198,5
20	Benzonitrile	699,2	41,6	16,81	732,7	80,77	33,42	172,5
21	Ac. propionique A	599,8	—	—	—	—	—	—
22	» B	—	—	—	—	—	—	—
23	Chloroformiate d'éthyle.	!	!	!	—	—	—	—

TABLEAU III.

Corps.	t	$^*d_t$	n_D	raie D RMobs.	raie D RMcalc	$^*\lambda=\infty$ R'Mobs
1 Durène [1]	* 81,3°	0,8380	*1,4833	*45,69	44,85	43,88
2 Hexaméthylbenzène [1]	—	—	—	*55,03	54,05	53,10
3 Diphénylméthane [1]	*131,1	*0,9181	*1,5252	*56,09	55,36	53,55
4 Biphényle [1]	* 73,0	*0,9919	*1,5896	*52,37	50,76	49,44
5 Naphtaline [3]	* 98,4	*0,9621	*1,5823	*44,42	41,95	41,89
6 Anisol	20,6	0,9918	1,5173	32,95	32,56	31,54 [1]
7 Phénétol	21,0	0,9657	1,5076	37,63	37,16	36,16 [1]
8 m-crésol [1]	* 13,6	*1,0350	*1,5418	*32,83	32,56	31,44 [1]
9 Aniline A	22,0	1,0184	1,5848	30,60	30,70	28,97 [1]
10 » B	22 2	1,0182	1,5849	30,61	30,70	28,97 [1]
11 Diméthylaniline A	23,0	0,9537	1,5565	40,81	41,05	38,68 [2]
12 » B	23,6	0,9532	1,5564	40,83	41,05	—
13 Diméthyl-o-toluidine A	23,0	0,9255	1,5248	44,68	45,66	42,80 [2]
14 » B	24,2	0,9245	1,5242	44,70	45,66	—
15 Pipéridine	20,7	0,8602	1,4530	26,71	26,72	25,99 [2]
16 Acétonitrile	23,6	0,7785	1,3417	11,09	11,21	10,83 [1]
17 Propionitrile	24,6	0,7765	1,3640	15,79	15,81	15,39 [1]
18 Butyronitrile	24,0	0,7872	1,3817	20,38	20,42	19,92 [1]
19 Capronitrile	22,2	0,7990	1,4048	29,74	29,61	29,00 [1]
20 Benzonitrile	23,0	1,0016	1,5272	31,63	31,67	30,16 [1]
21 Ac. propionique A	21,4	0,9926	1,3865	17,53	17,62	17,20 [1]
22 » B	21,9	0,9920	1,3859	17,52	17,62	17,20
23 Chloroformiate d'éthyle	21,2	1,1334	1,3949	22,94	22,73	22,29 [4]

[1] Eijkmann. R. *12* p. 157 et 268. Les valeurs de R'M pour l'Hexaméthylbenzène et le Butyronitrile sont calculées par pentaméthylbenzène et le propionitrile+1CH_2.

[2] Calculés par la formule de Cauchy à partir des valeurs de Brühl pour H_α et Na_D (Ph. Ch. *16* p. 217).

[3] Nasini *G*. *15* p. 84.

[4] Calculé d'après les cœfficients atomiques (Brühl *A*. *235* p. 35).

TABLEAU IV.

Corps.	t	ϑ	d_t	η
1 Durène	—	—	—	—
2 Hexaméthylbenzène	—	—	—	—
3 Diphénylméthane	—	—	—	—
4 Biphényle	—	—	—	—
5 Naphtaline	—	—	—	—
	°	"		
6 Anisol	22,3	274,4	0,9903	0,01039
7 Phénétol	23,4	318,3	0,9634	0,01172
8 m-crésol	21,1	4246,7	1,0329	0,16767
9 Aniline A	22,6	1040.7	1.0179	0.04049
10 » B	24,1	990,9	1,0166	0,03850
11 Diméthylaniline A	21,5	375,8	0,9549	0,01372
12 » B	23,6	363,4	0,9532	0.01324
13 Diméthyl-o-toluidine A	22,6	420,9	0,9258	0,01489
14 » B	—	—	—	—
15 Pipéridine	19,6	471,7	0,8619	0,01554
16 Acétonitrile	23,1	116,4	0,7790	0,00347
17 Propionitrile	21,0	143,1	0,7801	0,00427
18 Butyronitrile	22,3	189,6	0,7888	0,00572
19 Capronitrile	22,0	308,2	0,7992	0,00942
20 Benzonitrile	20,9	343,2	1,0035	0,01316
21 Ac. propionique A	23,2	285,5	0,9905	0,01081
22 » B	—	—	—	—
23 Chloroformiate d'éthyle	21,1	125,9	1,13355	0,005455

TABLEAU V.

	Corps.	$\frac{RM}{Kc}$ (Raie D)	$\frac{R'M}{Kc}$ ($\lambda = \infty$)	$\frac{T_c}{T_e}$	f	$T_c - T_e$
1	Durène	1,93	1,86	1,46	3,17	212°,5
2	Hexaméthylbenzène	—	—	>1,41	—	>218
3	Biphénylméthane	2,05	1,96	1,44	3,29	235,5
4	Diphényle	2,17	2,05	1,46	3,27	242
5	Naphtaline	2,35	2,22	1,51	3,13	250
6	Anisol	2,12	2,03	1,51	3,19	217,5
7	Phénétol	1,97	1,89	1,47	3,32	205,5
8	m-crésol	2,10	2,01	1,49	3,40	232
9	Aniline A	2,29	2,17	1,54	3,22	245
10	» B	2,29	2,17	1,54	3,22	245
11	Diméthylaniline A	2,11	2,00	1,48	3,26	224
12	» B	2,14	2,03	1,48	3,26	224
13	Diméthyl-o-toluidine A	2,06	1,97	1,47	3,24	213
14	» B	—	—	—	—	—
15	Pipéridine	—	—	—	—	—
16	Acétonitrile	0,97	0,95	1,54	3,15	191
17	Propionitrile	1,17	1,14	1,52	3,16	191
18	Butyronitrile	1,31	1,28	1,50	3,17	194
19	Capronitrile	1,54	1,50	1,46	3,37	194
20	Benzonitrile	1,88	1,79	1,52	3,16	239
21	Ac. propionique A	—	—	1,45	4,00	186
22	» B	—	—	—	—	—
23	Chloroformiate d'éthyle	—	—	—	—	—

TABLEAU VI.

	Corps.	t	dt	D_c	M	D	$\frac{D_c}{D}$
1	Durène	81°,3	0,838	0,280	134,1	0.0686	4.09
2	Hexaméthylbenzène	—	—	—	—	—	—
3	Diphénylméthane	131,1	0.918	0.306	168.1	0.0750	4.08
4	Biphényle	73.0	0.992	0.331	154.1	0.0777	4.26
5	Naphtaline	98.4	0.962	0.321	128.1	0.0826	3.88
6	Anisol	20.6	0.992	0.331	108.1	0.0847	3.91
7	Phénétol	21.0	0.966	0.322	122,1	0.0777	4.14
8	m-crésol	14,3	1,038	0,346	108,1	0,0840	4.12
9	Aniline A	22,0	1,018	0,340	93.1	0.0850	4.00
10	» B	22.2	1,018	0,340	93.1	0.0849	4,01
11	Dimétylaniline A	23.0	0.954	0,318	121,1	0.0764	4.16
12	» B	23,6	0,953	0,318	121.1	0,0772	4.11
13	Dimétyl-o-toluidine A	23.0	0.926	0.309	135,1	0,0759	4.08
14	» B	24,2	0,925	0,309	135,1	—	—
15	Pipéridine	20.7	0.860	0.287	84,1	—	—
16	Acétonitrile	23,6	0.779	0.260	41,0	0.0439	5.93
17	Propionitrile	24.6	0.777	0.259	55,0	0.0496	5.22
18	Butyronitrile	24.0	0.787	0.263	69.1	0.0541	4.86
19	Capronitrile	22.2	0.799	0.267	97.1	0.0598	4.46
20	Benzonitrile	23.0	1,002	0.334	103,0	0.0746	4.48
21	Ac. propionique A	21,4	0,993	0,331	74,0	—	—
22	» B	21,9	0,992	0,331	74,0	—	—
23	Chloroformiate d'éthyle	21.2	1.133	0,378	108.5	—	—

TABLEAU VII

CORPS	T_c	K_1	K_2	$T_c—K_1$	$T_c—K_2$
1. Durène	675°,5	640°,0	642°,0	+ 35°,5	+ 33°,5
2. Hexaméthylbeuzène	—	—	—	—	—
3. Diphénylméthane	770,0	711,5	710,6	+ 58,5	+ 59,4
4. Biphényle	768,6	714,9	715,8	+ 53,7	+ 52,8
5. Naphtaline	741,2	711,2	710,5	+ 30,0	+ 30,7
6. Anisol	641.5	607,5	608,0	+ 34,0	+ 33,5
7. Phénétol	647,0	596,5	593,4	+ 50,5	+ 53,6
8. m-crésol	705,0	640,0	637,7	+ 65,0	+ 67,3
9. Aniline A	698,8	659,5	660,4	+ 39,3	+ 38,4
10. » B	698,5	658,6	660,4	+ 39,9	+ 38,1
11. Diméthylaniline A	687,7	641,8	638,5	+ 45,9	+ 49,2
12. » B	687,2	641,8	638,5	+ 45,4	+ 48,7
13. Diméthyl-o-toluidine A.	667,8	626,5	624,3	+ 41,3	+ 43,5
14. » B.	—	—	—	—	—
15. Pipéridine	—	—	—	—	—
16. Acétonitrile	543,2	520,4	518,2	+ 22,8	+ 25,0
17. Propionitrile	558,7	533,5	534,0	+ 25,2	+ 24,7
18. Butyronitrile	582,1	553,5	552,2	+ 28,6	+ 29,9
19. Capronitrile	621,8	564,8	563,8	+ 57,0	+ 58,0
20. Benzonitrile	699,2	667,6	668,2	+ 31,6	+ 31,0
21. Ac. propionique A	599,8	—	—	—	—
22. » » B	—	—	—	—	—
23. Chloroformiate d'éthyle	—	—	—	—	—

TABLEAU VIII

CORPS	t_c obs.	t_c calc.	p_c obs.	p_{c_1} calc.	p_{c_2} calc.	Extra-polatur.
	°	°	atm.	atm.	atm.	°
1. Durène	402,5	409,5	28,6	28,5	28,5	— 20,0
2. Hexaméthylbenzène	—	—	—	—	—	—
3. Diphénylméthane	497,0	525,6	28,2	36,3	32,3	+ 51,0
4. Biphényle	495,6	518,8	31,8	34,2	33,5	+ 74,0
5. Naphtaline	468,2	456,5	39,2	38,1	40,0	+ 41,0
6. Anisol	368,5	364,9	41,25	42,7	41,7	— 2,0
7. Phénétol	374,0	362,6	33,8	34,4	34,2	+ 16,0
8. m-crésol	432,0	458,2	45,0	39,4	43,8	+ 47,0
9. Aniline A	425,8	542,7	52,4	57,8	51,9	+ 103,0
10. » B	425,5	542,7	52,3	57,8	51,9	+ 103,0
11. Diméthylaniline A	414,7	401,3	35,6	36,0	36,7	+ 91,0
12. » B	414,2	401,3	36,0	36,0	36,7	+ 91,0
13. Diméthyl-o-toluidine A.	394,8	374,0	30,8	29,8	29,9	+ 31,0
14. » B.	—	—	—	—	—	—
15. Pipéridine	—	—	45,9	—	—	—
16. Acétonitrile	270,2	285,2	47,7	59,5	59,8	— 11,2
17. Propionitrile	285,7	318,7	41,3	52,6	51,8	+ 18,6
18. Butyronitrile	309,1	334,2	37,4	43,9	44,2	+ 19,1
19. Capronitrile	348,8	—	32,15	—	—	—
20. Benzonitrile	426,2	420,4	41,6	38,8	43,8	+ 35,2
21. Ac. propionique A	326,8	—	—	—	—	—
22. » » B	—	—	—	—	—	—
23. Chloroformiate d'éthyle	—	—	—	—	—	—

CHAPITRE V

Discussion des résultats

En parcourant les données réunies dans les tableaux qui précèdent et en les rapprochant de diverses observations présentées dans le premier chapitre de ce mémoire, on est conduit à formuler les quelques conclusions générales suivantes :

I. *Stabilité des corps à l'état critique.*

Les mesures de constantes critiques consignées dans ce mémoire et les essais preliminaires de M. Radice ont porté sur une quarantaine de composés organiques réputés parmi les plus stables. Sur ce nombre, la moitié environ a donné lieu à des signes manifestes de décomposition à des températures inférieures aux températures critiques ; sur vingt-quatre d'entre eux seulement on a pu effectuer des mesures de constantes critiques. Mais, parmi ceux-ci, il n'y en a qu'un très petit nombre qui ne soient pas altérés lorsqu'on les expose à l'action prolongée d'une température voisine de la température critique. Des divers corps que nous avons étudiés, seuls des composés comme la naphtaline, le biphényle, l'acétonitrile, le butyronitrile paraissent se maintenir identiques à eux-mêmes lorsqu'on les soumet à cette épreuve.

De là résulte, qu'il faut admettre aujourd'hui comme un fait bien démontré, que les liquides organiques susceptibles d'être amenés jusqu'au point critique sans subir d'altération sont très rares ; que ceux qui remplissent cette condition constituent plutôt des excep-

tions et que, dans la plupart des cas, on peut admettre *a priori* qu'un liquide organique n'est généralement pas stable jusqu'au point critique.

Lorsque la détermination expérimentale des constantes critiques est possible, et en supposant, bien entendu, que les corps à étudier sont aussi purs que possible, il faudra, par conséquent, attacher de l'importance aux points suivants :

1° Toutes choses égales d'ailleurs, les observations faites par des méthodes *rapides* ont plus de chances de donner des résultats exacts que celles qui obligent à maintenir pendant un temps prolongé les liquides en expérience à une température voisine de la température critique. A cet égard, le procédé de M. Altschul pour la mesure des pressions critiques nous paraît présenter une grande précision : il est désirable qu'il soit employé plus fréquemment.

2° Lorsqu'un corps présente des signes de décomposition au point critique — ce dont il est facile de s'assurer en répétant après un certain temps de chauffe les mesures de constantes critiques — ce sont généralement les premières observations qu'il faut prendre comme étant les plus voisines des valeurs exactes.

Les constatations précédentes nous amènent également à conclure que les méthodes indirectes pour la détermination des constantes critiques joueront dans l'avenir un rôle beaucoup plus considérable que celui qu'on leur a attribué jusqu'à présent, puisque dans la très grande majorité des cas, elles permettront seules de déterminer des valeurs des éléments critiques. Bien loin d'être laissées dans l'ombre, ces méthodes doivent donc être perfectionnées et précisées, si l'on veut faire

progresser la théorie générale des fluides pour laquelle la connaissance des éléments critiques a une si grande importance.

II. *Complexité moléculaire.*

Si l'on ne considère que les liquides susceptibles de se prêter aux mesures de constantes critiques résumées dans les tableaux précédents, celles-ci peuvent servir de critérium pour juger de leur complexité moléculaire soit à l'état critique, soit dans l'intervalle de température compris entre le point d'ébullition et le point critique.

En ce qui concerne d'abord l'état critique, les valeurs numériques des rapports $\frac{MR}{K_c}$ et $\frac{MR'}{K_c}$ (tableau V) fournissent des indications fort utiles :

1° Le groupe des hydrocarbures (1 à 5) conduit à des valeurs comprises entre 1,93 et 2,35 pour la raie D et entre 1,86 et 2,22 pour $\lambda = \infty$. Bien que des contrôles récents[1] aient montré que ces rapports ne conservent pas une valeur unique, ceux obtenus pour les corps 1 à 5 ne laissent aucun doute sur la grandeur des poids moléculaires à l'état critique ; ceux-ci correspondent aux valeurs qui se déduisent des formules usuelles de ces hydrocarbures.

2° Dans le groupe des composés aromatiques oxygénés et azotés, (6 à 14) les valeurs de ces rapports oscillent entre 1,97 et 2,29 pour la raie D et entre 1,89 et 2,17 pour $\lambda = \infty$.

Ces nombres dépassent un peu la valeur moyenne 1,8 ($\lambda = \infty$) donnée par la théorie[2], probablement à

[1] Guye et Démolis. Inédit.

[2] Heilborn, *Ann. ch.* (1891). Voir une reproduction de cette démonstration. Guye. Thèse. Paris (1891), p. 111.

cause de la dispersion un peu plus élevée des composés aromatiques oxygénés ou azotés ; ce qui, vu l'insuffisance de toutes les formules de dispersion conduit à des valeurs de MR (pour $\lambda = \infty$) un peu trop fortes. Les écarts sont cependant du même ordre que ceux observés pour le benzène et le chlorobenzène, dont la complexité moléculaire simple, au point critique, ne peut être mise en doute. Comme les corps polymérisés à l'état critique conduisent à des valeurs du rapport $\frac{MR}{K_c}$ plutôt trop faibles, on est donc en droit de conclure que les dérivés du phénol et de l'aniline que nous avons étudiés, doivent être considérés comme formés essentiellement de molécules simples à l'état critique. Il n'en est pas de même du groupe des nitriles (16 à 20) ; les valeurs trop faibles fournies par les nitriles aliphatiques (0,97 à 1,54 pour la raie D et 0,95 à 1,50 pour $\lambda = \infty$) démontrent que ceux-ci sont encore polymérisés à l'état critique, et que les premiers termes de la série le sont davantage que ceux qui les suivent. Le même fait a été déjà observé pour le groupe formé par les alcools méthylique, éthylique et propylique. Les valeurs 1,88 et 1,79 obtenues pour le benzonitrile, un peu faibles pour un composé aussi dispersif qu'un nitrile aromatique permettent de supposer que ce composé est encore partiellement polymérisé à l'état critique, quoique très faiblement. Les conclusions que nous venons de développer pour les trois groupes de corps sur lesquels ont porté nos recherches sont confirmées par l'inspection des nombres consignés au tableau VI pour les valeurs du rapport D_c ; D : les carbures et composés aromatiques oxygénés et azotés con-

duisent à des valeurs assez rapprochées du coefficient 3,9 trouvé jusqu'à présent pour les corps à molécules complexes[1], les nitriles au contraire, et surtout les nitriles aliphatiques fournissent des valeurs comprises entre 4,4 et 5,9 qui accusent nettement une polymérisation plus ou moins accentuée à l'état critique.

Si l'on considère, en second lieu, ce qui se passe dans l'intervalle de température compris entre le point d'ébullition et le point critique, il convient de rappeler tout d'abord les divers cas qui peuvent se présenter :

1° La complexité moléculaire reste normale dans cet intervalle de température, aussi bien pour la phase liquide, que pour la phase vapeur saturée ; les premiers termes des hydrocarbures aliphatiques et aroma-

[1] D'après une revision de M. S. Young (*Phil. Magaz.*, sept. 1900, p. 303), les plus fortes valeurs observées pour des liquides normaux sont :

	$D_c : D$
Formiate de méthyle	3,926
Acétate de propyle	3,934
Acétate de méthyle.....	3,942
Acétate d'éthyle	3,944

D'autre part, M. D. Berthelot (*Soc. phys.* 7 juin 1901) a fait observer que le rapport $D^c : D$ paraît être une fonction de la complexité moléculaire, comme le rapport des chaleurs spécifiques ; la quantité $D_c : D$ tendrait vers une limite voisine de 4 à mesure que la complexité moléculaire augmente, en même temps que le rapport $C_p : C_v$ tend alors vers l'unité. La valeur théorique 2,67 du rapport $D_c : D$ ne s'appliquerait qu'aux corps à molécules monoatomiques (Argon, par exemple) de même que le rapport $C_p : C_v = 1,67$ n'est exact qu'avec les gaz monoatomiques.

Il ne serait pas impossible enfin que les valeurs de D_c calculées et insérées dans le tableau VI fussent toutes un peu trop fortes On sait que la règle du « tiers de la densité » conduit à des résultats tantôt trop forts, tantôt trop faibles, sans qu'il soit possible de prévoir le sens des écarts.

tiques satisfont à cette condition[1]. Dans ce cas, le rapport $\frac{MR}{K_c}$ est voisin de 1,8 le rapport $\frac{D_c}{D}$ voisin de 3,9 et la valeur de $f = \frac{\log p_c - \log p}{T_c - T_e} T_e$ voisine de 3,1.

2° Le fluide est polymérisé dans la phase liquide et à peu près dépolymérisé dans la phase vapeur saturée. Les premiers termes des alcools saturés rentrent dans cette catégorie : leurs densités de vapeur saturée sont alors à peu près normales ; leurs constantes capillaires accusent une polymérisation notable dans la phase liquide, qui va s'affaiblissant à mesure que la température s'élève et qui, toutes choses égales d'ailleurs, est en général d'autant moins accentuée que l'on considère les termes plus élevés dans la série. (Sauf pour l'alcool méthylique, la polymérisation est à peu près nulle au point critique). Cette anomalie conduit à des valeurs de $f = \frac{\log p_c - \log p}{T_c - T_e} T_e$ généralement supérieures à 3,1 ou, ce qui revient au même, les courbes de tensions de vapeur des fluides de cette seconde catégorie intersectent celles des liquides normaux non polymérisés ou du moins conservant le même degré de complexité moléculaire dans tout l'état liquide.

3° Le fluide est polymérisé dans la phase liquide et dans la phase vapeur. L'acide acétique était, jusqu'à présent le seul exemple connu de ce genre ; les densités de vapeur saturée et les constantes capillaires accusent toutes deux, la présence dans les deux phases de molécules complexes, probablement de grandeur $(C_2H_4O_2)_2$. Cet état persiste jusqu'au point critique, avec une tendance plus ou moins marquée à la dépo-

[1] Guye, *Bl.* (3). 13, p. 34.

lymérisation à mesure que l'on se rapproche de la température critique. Cependant, même à cette température, le rapport $\frac{MR}{K_c} = 0,80$, ainsi que le rapport $\frac{D_c}{D} = 5,0$ indiquent nettement que l'acide acétique est encore polymérisé, au moins partiellement. Pour les corps appartenant à ce troisième groupe, on trouvera donc une valeur normale de f, c'est-à-dire voisine de 3,1, si le fluide conserve dans tout l'intervalle de température le même degré de polymérisation et une valeur un peu supérieure à 3,1, s'il subit à mesure que la température s'élève, une dépolymérisation partielle, mais non totale. D'autre part, les rapports $D_c : D$ et $MR : K_c$ seront, le premier notablement supérieur à 4, et le second inférieur à 1,8.

En résumé, les caractéristiques des trois cas typiques sont les suivantes :

1er cas. — Fluide de complexité moléculaire normale, dans les deux phases, entre le point d'ébullition et la température critique.

Caractéristiques : $MR : K_c$ voisin de 1,8. — $D_c : D$ voisin de 3,9. — f voisin de 3,1.

2me cas. — Fluide polymérisé dans la phase liquide à basse température, dépolymérisé dans la phase vapeur et dépolymérisé à l'état critique.

Caractéristiques : $MR : K_c$ voisin de 1,8. — $D_c : D$ voisin de 3,9. — f supérieur à 3,1.

3me cas. — Fluide polymérisé dans les deux phases jusqu'à l'état critique, avec faible dépolymérisation sous cet état.

Caractéristiques : $MR : K_c$ inférieur à 1,8. — $D_c : D$ supérieur à 3,9 — f voisin de 3,1.

Cela posé, si l'on considère les valeurs de f consignées au tableau V, on en conclut d'abord que les hydrocarbures (1 à 5) appartiennent, sans aucun doute, au premier groupe ci-dessus, des liquides normaux.

Les valeurs de f, fournies par le groupe des composés aromatiques oxygénés et azotés dépassent un peu la moyenne ; cependant on trouve parmi les observations antérieures[1], plusieurs corps normaux conduisant à des valeurs égales à 3,2 et exceptionnellement à 3,3 (décane). On peut donc considérer ces liquides comme normaux entre le point d'ébullition et la température critique, bien que l'on sache que l'aniline est faiblement polymérisée à basse température (en dessous de son point d'ébullition) d'après les valeurs de ses constantes capillaires[2].

Seul, le métacrésol conduit à une valeur plus forte, de 3,40, qui ne doit nullement surprendre, si l'on se reporte au fait déjà établi[3] que ce corps est partiellement polymérisé à l'état liquide, à des températures voisines de son point d'ébullition. La valeur de $f = 3,4$ prouve qu'il se dépolymérise lorsque la température s'élève ; cette dépolymérisation doit être complète au point critique, le rapport $\frac{MR}{K_c}$ étant égal à 2,01 pour $\lambda = \infty$.

Quant au groupe des nitriles, il est particulièrement intéressant, attendu que les recherches de MM. Dutoit et Friderich, déjà citées, sur les constantes capillaires

[1] Guye, *Arch. sc. phys. et nat.* (3) *31*, p. 164. — Bl. (3) *13*, p. 38.

[2] Dutoit et Friderich, *Arch. sc. phys. et nat.*, t. IX, n° 2, 114.

[3] Guye et Baud, *Arch. sc. phys. et nat.*, XI, 1901.

de ces corps ont montré qu'à l'état liquide ils sont certainement polymérisés[1].

Les trois premiers nitriles aliphatiques et le benzonitrile conduisent à des valeurs normales de f, comprises entre 3,15 et 3,17. C'est la preuve qu'entre la température d'ébullition et le point critique, ils conservent à peu près le même degré de polymérisation. Le capronitrile avec $f = 3,37$ est celui qui se dépolymérise le plus, entre le point d'ébullition et le point critique ; cela résulte aussi de la comparaison des valeurs du rapport MR : K_c et du rapport D_c : D.

Les considérations que nous venons de développer nous ont donc permis de distinguer nettement les corps normaux de ceux qui présentent des phénomènes de dépolymérisation, soit dans la phase liquide, soit dans la phase vapeur.

Comme l'équation caractéristique des fluides ne s'applique en toute rigueur qu'aux liquides normaux, et que les autres liquides doivent être envisagés comme des mélanges et traités par des formules beaucoup plus compliquées — établies ces dernières années par M. van der Waals pour ces cas complexes, — on reconnaîtra que la possiblité de faire facilement cette distinction a, pour les applications, une grande importance.

Nous nous proposons de donner dans un mémoire ultérieur quelques développements numériques à l'appui de cette thèse.

[1] Il convient cependant de noter que les chaleurs latentes de vaporisation des nitriles suivent la règle empirique de Trouton, d'après les mesures récentes de M. Louguinine (*Arch. des sc. phys. et nat.* [4], t. IX, p. 5).

III. *Constantes de correspondance.*

Dans un remarquable mémoire, Mme K. Meyer Bjerrum[1] a établi, indépendamment de toute hypothèse, que les écarts des lois des états correspondants deviennent nuls, lorsqu'on compare tous les corps à un liquide choisi comme type, le fluorobenzène, en ayant soin de faire cette comparaison, d'une part, à partir de la température critique, et, d'autre part, à partir d'une température située à K degrés en dessous de la température critique absolue du corps considéré ; K étant un nombre variable d'un corps à l'autre.

Nous avons jugé utile de calculer les valeurs de cette constante K, ce que nous avons fait de deux manières différentes :

1° Graphiquement, d'après une courbe que nous avons tracée en prenant pour coordonnées les valeurs de $\frac{T_c - T}{K}$ données par Mme Meyer et celles de $\frac{p}{p_c}$ correspondantes. (Table III, p. 186-187 du mémoire danois). (*Ph. Ch.*, table 2).

2° Par interpolation des valeurs de $\frac{T_c - T}{K}$ pour $\frac{P_c - P}{P_c}$ correspondantes données par Mme Meyer (Table, p. 193 et ss., Mém. danois).

T_c = température critique observée en ° absolus.

T = température d'ébullition observée en ° absolus sous la pression P.

[1] K. Meyer, *Z. f. ph. Ch.*, XXXII, 1. Cf. *Mém. Acad. roy. sc. et lettr. de Danemark.* Copenhague, 6me série, section sciences, t. IX, n° 3.

P_c = pression critique observée.

Les valeurs obtenues par ces deux modes de procéder sont réunies au tableau VII ; on remarquera qu'elles sont en général assez concordantes ; le plus grand écart est de 3,3° et la moyenne des écarts en valeur absolue ne dépasse pas 1°,6.

Une des applications les plus intéressantes que comportent ces valeurs de K réside dans le calcul des températures d'ébullition d'un liquide sous diverses pressions. Nous l'avons effectué à titre d'exemple pour l'un d'entre eux, *la naphtaline*.

En utilisant les valeurs des coefficients numériques consignés au tableau 2 du mémoire de Mme Meyer (*Z. f. ph. Ch.*, loc. cit., p. 186-187) on en déduit très facilement les valeurs des températures d'ébullition sous les pressions indiquées. Ce calcul a été effectué sur les valeurs K_1 et K_2 définies plus haut à propos du tableau VII, ce qui conduit à deux séries de valeurs de T, soit T_1 et T_2. On trouve ainsi :

$\frac{p}{p_c}$	p. (m/m Hg)	T_1	T_2	T (moyenne)
0,002949	87,856	416°,3	416°,6	416°,45
0,005898	175,71	437,0	437,3	437,15
0,01180	351,54	460,6	460,8	460,7
0,02241	667,64	485,2	485,4	485,3
0,04423	1317,7	515,5	515,8	515,65
0,08846	2635,4	551,6	551,8	551,7
0,14745	4392,8	582,7	582,8	582,75
0,2064	6149,1	605,5	605,6	605,55
0,2949	8785,6	632,0	632,1	632,05
0,4423	13177	665,0	665,0	665,0
0,5898	17571	690,6	690,6	690,6
0,7373	21965	711,3	711,3	711,3
0,8257	24599	722,1	722,1	722,1
0,8846	26354	729,0	729,0	729,0
0,9436	28112	735,4	735,4	735,4

Bien que, en général, les relations trouvées par Mme Meyer présentent un accord remarquable avec les données de l'expérience, surtout lorsqu'il s'agit de liquides non polymérisés, permettant par conséquent d'attribuer aux résultats numériques qui s'en déduisent un haut degré de probabilité, il conviendra cependant de n'accepter les valeurs de T ainsi calculées qu'avec une certaine réserve, jusqu'à ce qu'elles aient été l'objet d'autres vérifications. C'est un travail auquel nous nous proposons de donner suite. En attendant, il n'aura pas été inutile de montrer, au moins par cet exemple, combien ces relations pourront être utiles lorsqu'elles auront été encore mieux vérifiées.

VI. *Calcul indirect des constantes critiques*

Bien que notre but ne soit pas de traiter ici la question du calcul indirect des températures et pressions critiques, il sera utile de résumer les vérifications auxquelles se prêtent nos observations. Elles ont été faites d'une façon sommaire par MM. Dutoit et Friderich[1] et par l'un de nous en collaboration avec M. Baud[2]; à cette époque nos mesures de pression critique n'étaient pas encore ramenées aux indications du manomètre absolu. Il ne sera donc pas sans intérêt de résumer ici d'une façon complète et définitive les données relatives aux vérifications de ce genre.

Nous rappelons au préalable en quelques mots, les méthodes adoptées pour le calcul indirect des constantes critiques.

[1] Dutoit et Friderich, loc. cit., p. 131.
[2] Guye et Baud, loc. cit.

Les températures critiques sont données par la relation :

$$\gamma\,(Mv)^{2/3} = k\,(t_c - t - d)$$

indiquées par MM. Ramsay et Shields, expression dans laquelle $\gamma\,(Mv)^{2/3}$ représente l'énergie superficielle moléculaire à la température t, t_c la température critique, d une constante spécifique mais toujours voisine de 6 et k une constante qui doit être unique pour tous les corps non polymérisés et égale à 2,12 (2,06 à 2,26). Pour le calcul indirect de t_c il est préférable d'employer la valeur de k fournie par la mesure des tensions superficielles.

Les pressions critiques se calculent au moyen de la relation suivante, due à MM. Dutoit et Friedrich :

$$p_c = Q\,\frac{\gamma\,(Mv)^{2/3}}{Mv}$$

dans laquelle p_c représente la pression critique en atmosph. $\gamma\,(Mv)^{2/3}$ et Mv, respectivement l'énergie superficielle et le volume moléculaires à la température d'ébullition sous 760^{mm}, et Q une constante égale à 11,1. Les résultats obtenus par l'emploi de ces deux relations sont consignés au tableau VIII.

Il est à remarquer que ces deux relations ne sont qu'approchées et qu'en outre, pour appliquer la dernière, on a généralement déterminé la valeur de $\gamma\,(Mv)^{2/3}$ par une extrapolation d'environ 50°; le nombre de degrés que comporte cette extrapolation est indiqué dans la dernière colonne du tableau VIII.

Il faut enfin noter que l'extrapolation qui donne la valeur de $\gamma\,(Mv)^{2/3}$ au point d'ébullition peut être faite de deux façons : 1° en prolongeant jusqu'au point d'ébullition la courbe des valeurs de $\gamma\,(Mv)^{2/3}$ déter-

minées expérimentalement en dessous de cette température, ce qui donne les valeurs calculées p_{c1} ; 2° en se servant de la température critique t_c observée et de la valeur de $\gamma (Mv)^{2/3}$ déterminée à la plus haute température pour calculer K dans l'expression $\gamma (Mv)^{2/3} = K (t_c - t - 6^\circ)$ et en déduire la valeur de $\gamma (Mv)^{2/3}$ pour la température d'ébullition t_e : on obtient ainsi les valeurs p_{c2}.

La comparaison des valeurs de p_c calculées de ces deux manières, avec les valeurs expérimentales, démontre qu'en général la seconde manière d'interpoler donne de meilleurs résultats ; cette constatation est particulièrement nette si l'on fait abstraction des corps 16. 17. 18. 20 qui paraît justifiée.

En effet, il est évident que les formules employées pour le calcul indirect des constantes critiques n'ont un sens que si les corps auxquels on les applique conservent dans toute l'étendue de l'état liquide le même degré de complexité moléculaire. Il résulte des développements précédents que les nitriles aliphatiques plus ou moins polymérisés dans la phase liquide, ne peuvent donner que des résultats inexacts ; un fait est cependant digne de remarque, c'est que les températures critiques calculées au moyen de données relatives à un état de polymérisation sont toutes plus élevées que les valeurs expérimentales. Il devait en être ainsi si l'on considère comme un fait général qu'un polymère bout plus haut que le composé simple (exemple paraldehyde et aldehyde, benzène et acétylène, etc.).

Sans insister davantage sur ces résulats, nous croyons cependant pouvoir en conclure que les tensions superficielles des liquides sont certainement, au nombre des constantes facilement mesurables, celles qui paraissent

se prêter le mieux, à l'heure actuelle, à la détermination indirecte de valeurs approchées un peu exactes de la température et de la pression critiques.

M. le prof. Mathias a attiré notre attention sur le fait que nos mesures de pression critique relatives à la série des nitriles aliphatiques, vérifiaient bien la formule empirique qu'il avait donnée[1] pour calculer la pression critique des séries homologues. Cette relation est de la forme suivante :

$$(p_c - a)(n + b) = c$$

a, b et c sont des constantes spécifiques dans chaque série homologue, n représente le nombre d'atomes de carbone; donc pour l'acétonitrile $n = 1$.

A l'aide de nos données, M. Mathias calcule les valeurs numériques suivantes des constantes :

$$a = 17 \quad b = 3 \quad c = 121{,}6$$

Les valeurs des pressions critiques calculées de cette façon, en regard des valeurs observées, sont consignées ci-après.

Corps	p_c *obs.*	p_c *calc.*
Acétonitrile	47,7	47,4
Propionitrile	41,3	41,3
Butyronitrile	37,4	37,3
Capronitrile	32,15	32,2

L'accord est certainement remarquable, puisque la formule de M. Mathias reproduit à $^1/_{200}$ près les données de l'expérience.

On peut s'étonner au premier abord du fait que les nitriles, bien que polymérisés dans la phase liquide,

[1] Mathias, *C. R.* 117, p. 1082 (1893).

satisfassent aussi bien à la relation de M. Mathias. Si l'on tient compte du fait que dans les séries homologues toutes les propriétés se modifient progressivement, qu'il doit en être de même de l'aptitude à se polymériser, et que la détermination des valeurs numériques de a, b, c est précisément faite de façon à tenir compte de ces variations progressives, on reconnaîtra que cet accord n'a rien que de très naturel et n'infirme pas les conclusions précédemment établies par la complexité moléculaire des corps que nous avons étudiés.

Il convient enfin de signaler le fait que le calcul indirect de T_c au moyen des relations : $\frac{T_c}{T_e} = \text{cons}^{te} = 1.5$ ou $T_c - T_e =$ constante, ne peut conduire qu'à des valeurs peu certaines. Même en restreignant l'emploi de ces formules aux corps à complexité moléculaire constante dans toute l'étendue de l'état liquide, il résulte des vérifications consignées au tableau V que la seconde peut facilement donner des erreurs de 40 à 50 degrés. La première ($\frac{T_c}{T_e} = \text{cons}^{te}$) paraît donner des chiffres un peu plus précis, surtout si l'on a soin de prendre une valeur différente de la constante pour les composés appartenant à des groupes chimiques différents. Les valeurs indirectes de T_c ainsi obtenues seront néanmoins toujours plus incertaines que celles déduites des valeurs des tensions superficielles moléculaires.

Genève, Laboratoire de chimie-physique de l'Université, juillet 1901.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

pendant l'année 1901

RÉSUMÉ

PAR

R. GAUTIER

Directeur de l'Observatoire de Genève

I. Introduction.

Les observations météorologiques ont continué en 1901 aux fortifications de Saint-Maurice comme durant les trois années précédentes. Je n'ai qu'à me référer, pour ce qui les concerne, à mes trois « Résumés » antérieurs[1], et spécialement à celui de 1898, dans lequel se trouvent consignées toutes les indications sur les *stations* de Lavey, Savatan, Dailly et l'Aiguille, ainsi que sur les *instruments* qui y sont observés. Il n'a rien été changé à ceux-ci.

Quant aux stations, celles des forts de Savatan et de Dailly sont seules des stations météorologiques de second ordre. Les deux extrêmes, celles de Lavey-Village et de l'Aiguille, sont seulement des stations pluviométriques. Pour cette année, comme je l'annonçais dans le résumé pour 1900, le pluviomètre de l'Aiguille a été transféré sur le revers méridional de l'arête. Il

[1] Voir *Archives*, 1900, t. IX, p. 209, et 1901, t. XII, p. 255 puis p. 514.

y est placé plus bas qu'autrefois, à 1446 m. d'altitude au lieu de 1462 m. Les hauteurs d'eau recueillies dans cette station ont, du fait de ce déplacement, sensiblement augmenté ; il en résulte que la faible hauteur des quantités récoltées les années précédentes provenait bien de ce que le pluviomètre était trop exposé au vent dans son premier emplacement.

Le service des observations est, comme précédemment, confié aux sous-officiers des forts, Je ne puis d'ailleurs que renouveler l'expression de ma reconnaissance à M. le lieutenant-colonel Dietler et à MM. les officiers[1] placés sous ses ordres, pour la manière dont le service météorologique a marché durant cette année.

M. Henri Duaime, que j'ai aussi à remercier pour sa collaboration, a continué la réduction des observations et à établi les tableaux de chiffres publiés ci-après. Ces tableaux sont, comme précédemment, divisés en deux parties distinctes : les tableaux des *observations mensuelles* et le *résumé annuel*.

II. Observations mensuelles.

Une *première série de tableaux* fournit les valeurs moyennes des différents éléments météorologiques. Ces tableaux mensuels comprennent : 1° pour les deux stations de Savatan et de Dailly, les valeurs moyennes de la *pression atmosphérique* et de la *température* ; 2° pour les trois stations de Lavey, Savatan et Dailly, les valeurs moyennes de la *nébulosité* ; 3° pour les quatre stations,

[1] Ce sont : à Lavey, M. le capitaine Grosselin ; à Savatan M. le capitaine Guibert et M. le lieutenant Wolff ; à Dailly, M. le Ier lieutenant Zbinden.

la valeur exacte des *hauteurs d'eau* récoltées, en *millimètres* et des *hauteurs de neigne* fraîche, en *centimètres*.

Les hauteurs barométriques publiées sont les moyennes arithmétiques des trois hauteurs diurnes observées à 7 h., 1 h. et 9 h. (temps moyen de Berne), réduites à zéro, en tenant compte des corrections des baromètres : $+ 0^{mm},87$ pour Savatan et $+ 0^{mm},21$ pour Dailly. Les températures sont les moyennes arithmétiques des trois températures diurnes. La nébulosité moyenne est également la moyenne arithmétique des trois observations de la journée. Les hauteurs de pluie pour chaque jour sont récoltées à 7 h. du matin (7 ½ h., temps moyen de l'Europe centrale) comme dans toutes les stations du réseau météorologique suisse. Elles fournissent donc l'eau tombée de 7 h. du matin de chaque jour de pluie jusqu'à 7 h. du matin du jour suivant.

Une *deuxième série de tableaux* donne, comme pour Genève et le Grand-St-Bernard, le détail des observations aux différentes heures de la journée, mais groupées par décades, de manière à fournir, dans la mesure du possible, l'image de la variation diurne des deux éléments les plus importants : la pression atmosphérique et la température. J'y ai joint aussi, comme de 1898 à 1900, les valeurs moyennes des températures minimum et maximum par décades. Chaque mois a toujours trois décades, ce qui fait que la dernière compte 11 jours pour sept mois et 8 jours pour février.

De même que pour Genève et le Grand-St-Bernard, j'ai pris comme période annuelle, *l'année météorologique* commençant avec décembre 1900 et finissant en novembre 1901. Les tableaux mensuels ne comprennent donc pas le mois de décembre 1901.

Mois de Décembre 1900.

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nebulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	692.9	646.3	+2.7	- 1.0	10.0	10.0	10.0	0.1	....	....	....	....	....	...	....
2	697.2	649.8	2.7	- 1.2	10.0	10.0	10.0	....	....	....	....	0.4	....	0.8	....
3	704.0	656.7	2.7	- 1.4	7.7	5.7	8.3	....	....	....	....	....	....	....	....
4	705.2	658.2	0.9	+ 1.0	10.0	6.7	9.3	21.0	....	25.9	....	26.7	....	23.7	....
5	704.3	658.4	7.0	6.1	10.0	8.7	9.3	9.9	....	11.8	....	10.6	....	10.4	....
6	703.6	658.1	7.7	+ 7.5	9.0	6.7	7.7	9.0	....	11.1	....	8.8	1	8.3	4
7	705.3	657.5	2.8	- 0.5	10.0	10.0	10.0	17.0	....	16.0	....	20.4	12	18.1	9
8	710.8	663.6	3.0	- 0.3	0.0	0.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
9	710.2	662.6	+1.4	+ 0.8	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
10	710.8	662.9	-0.1	0.9	0.3	1.0	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
11	710.9	663.0	-0.7	2.2	1.3	1.3	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
12	712.1	664.4	+0.9	3.7	0.0	0.7	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	710.5	663.7	0.9	6.0	1.7	2.3	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
14	713.8	666.5	2.4	3.0	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
15	713.6	665.9	0.7	3.8	0.0	0.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
16	715.3	667.9	2.0	2.1	0.0	0.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
17	714.2	666.2	+0.7	6.1	1.0	0.7	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
18	711.9	664.3	-0.7	6.1	8.7	6.7	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
19	711.8	664.2	+1.1	1.2	6.3	4.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
20	709.6	662.5	1.4	3.4	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
21	707.5	660.0	2.3	1.7	6.3	5.3	4.0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	706.9	659.5	3.3	1.0	1.7	2.7	1.7	....	....	0.8	....	3.4	1	0.2	1
23	702.8	655.6	4.1	1.7	8.3	7.7	7.3	0.6	....	0.5	....	0.9	...	0.5	1
24	707.6	659.9	4.3	1.3	5.3	6.7	9.7	....	....	....	....	0.1	....	....	....
25	710.1	662.7	3.5	2.9	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
26	707.6	660.7	3.3	5.5	4.7	0.3	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
27	702.7	656.0	3.8	+ 3.8	4.0	3.0	4.0	....	....	0.5	....	0.6	....	....	....
28	699.4	653.1	4.5	0.0	10.0	8.7	8.0	16.2	....	16.8	....	12.0	5	9.5	5
29	700.8	654.1	3.0	- 1.2	9.7	9.0	9.0	0.2	....	....	....	....	....	....	....
30	699.2	653.1	3.1	+ 1.4	5.7	8.3	6.7	....	....	....	....	....	....	0.2	....
31	691.9	645.6	+3.5	0.0	10.0	10.0	9.0	4.0	....	3.6	....	3.6	....	4.5	....
MOIS	706.59	659.46	+2.53	+ 2.19	4.9	4.4	4.1	78.0		87.0		87.5	19	76.2	20

Mois de Janvier 1901.

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	701.4	654.2	+ 2.7	- 0.8	5.0	4.3	5.7	....	....	....	....	....	....	....	....
2	703.5	655.9	+ 2.5	- 1.8	9.3	9.0	10.0	3.0	....	2.8	3	7.1	4	8.5	10
3	705.4	656.9	- 2.2	- 5.8	5.0	4.3	3.3	....	....	....	....	....	....	....	....
4	704.9	656.3	- 7.2	- 9.3	1.3	0.3	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
5	700.8	652.2	- 9.4	-11.1	1.7	1.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
6	701.0	651.4	- 9.4	- 8.8	0.0	0.7	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
7	702.5	654.0	- 4.5	- 4.4	1.7	0.0	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
8	702.4	656.0	+ 4.4	- 0.7	5.7	3.0	5.3	....	....	....	....	....	....	....	....
9	704.9	657.7	3.7	+ 1.6	0.7	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
10	704.2	656.8	2.6	0.5	1.7	1.3	2.0	....	....	....	....	....	....	....	....
11	706.5	659.3	2.1	1.0	2.0	0.3	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
12	709.4	661.8	+ 3.0	+ 1.0	3.3	1.7	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	712.6	663.6	- 1.1	- 2.1	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
14	713.5	664.7	- 3.8	- 0.9	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
15	710.3	661.9	- 4.1	+ 0.5	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
16	707.9	660.2	- 4.9	1.8	10.0	6.7	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
17	707.8	659.8	- 5.9	0.9	3.3	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
18	709.3	661.7	- 1.6	2.4	1.0	0.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
19	705.5	658.4	+ 1.7	3.7	1.0	0.7	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
20	709.3	661.2	3.5	2.3	9.7	10.0	3.0	3.2	....	2.7	....	1.9	2	1.7	5
21	714.0	665.1	2.4	1.3	6.7	9.3	7.7	5.0	....	4.9	....	5.2	....	3.8	5
22	713.8	665.8	2.8	3.8	4.3	3.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
23	714.7	667.0	1.3	6.4	6.7	6.7	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
24	712.1	664.8	0.1	7.4	6.3	0.7	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
25	711.2	663.9	4.1	+ 4.7	6.3	6.3	9.3	2.5	....	1.7	....	1.6	1	1.7	2
26	706.4	658.3	1.3	- 1.1	10.0	9.3	9.7	4.4	....	2.3	1	3.4	8	5.6	11
27	700.9	653.4	2.9	+ 2.6	10.0	10.0	10.0	9.6	....	10.1	....	13.1	3	10.2	5
28	698.8	652.4	+ 3.0	- 0.2	10.0	9.3	10.0	7.2	....	5.6	....	4.4	5	5.7	12
29	692.5	645.7	- 0.3	- 0.9	10.0	10.0	9.0	17.5	17	9.6	15	4.8	18	12.6	22
30	693.7	646.4	- 3.7	- 6.7	3.7	7.3	5.7	....	....	....	....	....	....	....	....
31	695.1	648.2	- 2.5	- 5.7	0.0	2.3	2.7	....	....	....	....	....	....	....	....
mois	705.69	657.90	- 0.53	- 0.59	4.4	3.8	3.1	52.4	17	39.7	19	41.5	41	49.8	72

Mois de Février 1901.

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	697.0	649.6	- 1.1	- 4.6	9.7	7.7	10.0	8.2	11	5.7	11	1.8	12	3.7	6
2	696.0	648.4	- 2.9	- 6.0	7.3	7.7	7.7	1.2	5	0.8	5	0.2	2	0.9	2
3	694.2	647.5	- 0.3	- 4.0	3.3	4.3	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
4	692.1	645.7	+ 2.1	- 2.0	3.0	8.7	10.0	....	....	....	....	....	....	....	....
5	689.3	642.8	+ 0.8	- 2.1	7.0	7.0	6.7	4.5	1	1.3	1	2.4	6	3.5	5
6	695.6	647.9	- 1.1	- 5.9	6.0	7.3	4.7	....	....	....	....	2.2	2	0.2	2
7	701.4	652.9	- 2.4	- 5.4	4.3	3.7	4.0	....	....	....	....	1.2	3	1.5	4
8	705.0	656.3	- 2.6	- 6.7	6.7	7.3	6.7	....	....	2.9	3	2.1	5	2.1	4
9	708.7	659.7	- 4.1	- 6.5	1.7	2.3	3.7	....	....	....	....	....	....	....	....
10	709.8	659.9	- 4.3	- 7.1	0.0	0.0	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
11	705.3	657.2	- 3.2	- 5.8	1.0	1.0	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
12	702.7	654.2	- 5.6	- 8.6	3.7	1.7	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	704.0	655.2	- 6.3	- 9.0	10.0	10.0	10.0	7.4	8	5.2	10	4.9	11	7.5	12
14	705.5	656.1	- 8.7	-11.9	6.0	4.0	3.3	....	....	....	....	0.2	2	0.2	2
15	707.1	657.0	-11.3	-12.3	0.3	0.0	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
16	708.0	658.4	- 8.9	-10.6	4.0	3.7	3.7	1.6	2	1.4	4	1.4	6	1.3	6
17	701.7	653.8	- 5.1	- 6.4	10.0	10.0	10.0	8.6	13	6.2	15	3.4	9	3.6	12
18	702.5	653.4	- 5.7	- 8.8	3.7	2.3	0.7	....	....	....	....	0.3	2	0.8	4
19	704.8	655.5	- 7.5	-11.2	2.7	4.0	3.3	....	....	....	....	0.1	1	....	....
20	703.5	654.5	- 8.9	-10.9	0.3	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
21	704.1	654.6	- 9.1	-10.2	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	704.6	655.7	- 8.0	- 6.6	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
23	704.9	656.4	- 4.9	- 4.1	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
24	702.3	654.7	- 1.9	- 4.3	0.0	0.0	2.7	....	....	....	....	....	....	....	....
25	699.7	652.4	- 0.9	- 2.6	0.0	0.7	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
26	698.1	651.9	+ 1.4	+ 1.6	0.0	0.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
27	700.0	652.8	3.1	1.3	6.3	5.7	4.3	....	....	....	....	....	....	....	....
28	698.4	652.3	+ 5.0	+ 1.8	5.0	4.0	3.3	3.5	...	2.5	....	3.2	3	1.0	4
Mois	701.65	653.45	- 3.66	- 6.04	3.6	3.7	3.6	35.0	40	26.0	49	23.4	64	26.3	63

Mois de Mars 1901.

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	696.0	650.1	+4.7	+ 1.7	9.7	7.7	8.7	0.9	....	1.3	....	0 9	1	0.6	2
2	695.8	649.7	6.5	+ 2.3	8.3	8.7	8.7	20 0	....	13.4	....	13.7	10	5.7	10
3	697.0	649.9	1.4	- 0.4	8.7	10.0	10.0	21.5	....	17.8	5	17.3	30	19.9	26
4	705.7	657.5	0.6	- 2.1	10.0	10.0	9.7	8.5	....	7.0	6	8.2	15	8.2	13
5	707.4	659.8	3.5	+ 1.9	10.0	9.7	8.0	1.4	....	1.3	....	1.1	1	0.4	1
6	701.9	655.0	+3.9	+ 1.6	5.0	4.0	3.7	12.0	2	7.6	11	4.2	8	4.7	6
7	692.1	646.0	0.0	- 2.5	3.7	3.3	3.0	....	....	....	....	....	....	....	....
8	692.4	645.7	+1.7	- 1.9	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
9	700.4	652.8	0.5	- 2.6	3.7	0.3	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
10	698.0	650.9	+0.1	- 1.2	5.3	4.7	4.3	5.1	....	5.8	6	7.6	8	1.0	4
11	696.0	647.9	-0.1	- 3.0	10.0	10.0	9.3	1.5	....	1.2	....	1.9	2	1.4	4
12	700.5	652.7	-0.1	- 3.5	8.0	6.0	6.3	1.9	....	2.0	1	0.9	....	0.4	1
13	699.9	652.8	+0.1	- 2.3	9.7	3.0	4.0	....	....	....	....	....	....	....	....
14	699.4	652.8	3.9	+ 1.4	2.3	0.3	2.0	....	....	....	....	....	....	....	....
15	698.8	651.6	6.5	3.6	5.0	4.7	6.7	....	....	....	....	....	....	....	....
16	701.1	654.5	7.3	2.9	8.7	7.3	7.3	....	....	....	....	....	....	....	....
17	696.5	650.4	9.5	4.2	6.7	5.0	7.3	....	....	....	....	....	....	....	....
18	689.6	644.1	6.7	2.5	6.3	4.7	7.3	....	....	....	....	....	....	....	....
19	681.1	636.5	8.5	4.5	9.0	7.0	7.3	....	....	....	....	....	....	....	....
20	682.6	637.1	7.0	+ 3.3	10.0	8.0	9.0	15.4	....	14.9	....	18.4	7	10.4	8
21	692.1	644.4	+0.2	- 2.6	10.0	10.0	10.0	2.8	....	2.7	....	2.4	3	0.8	2
22	698.7	649.7	-2.2	- 5.8	10.0	9.0	10.0	....	....	0.1	....	0.2	....	0.2	....
23	703.9	654.6	-2.5	- 7.2	6.7	3.7	9.0	....	....	....	....	....	....	....	....
24	701.6	653.2	-1.7	- 6.3	5.0	8.7	4.7	....	....	....	....	....	....	....	....
25	696.9	649.6	+0.7	- 2.9	5.3	2.7	1.7	1.2	1	1.4	1	2.2	4	1.2	4
26	695.0	647.2	-1.2	- 4.3	10.0	10.0	10.0	14.0	12	9.2	20	13.6	31	16.5	29
27	696.7	649.0	-4.3	- 7.8	4.7	4 3	4.3	....	....	....	....	0.1	1	....	....
28	695.6	647.8	-5.1	- 8.5	10.0	8.3	10.0	5.5	6	4.1	7	4.0	10	4.5	8
29	701.7	653.0	-4.6	- 7.8	3.7	2.0	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
30	700.3	652.6	+1.1	- 3.4	1.7	0.0	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
31	697.1	651.6	+9.1	+ 3.8	6.0	6.3	6.3	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	697.15	650.01	+1.99	- 1.37	6.9	5.8	6.2	111.7	21	89.8	57	96.7	131	75.9	118

Mois d'Avril 1901.

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et Neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	701.4	655.5	+ 9.3	+ 4.1	10.0	9 3	10.0	6.6	....	6.0	....	5.5	....	2.8	....
2	707.0	660.6	9.9	5.8	2.3	1.3	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
3	709.9	663.4	12.1	7.7	6.7	4.0	5.7	....	....	....	....	....	....	....	....
4	709.2	663.0	11.7	8.2	10.0	9.0	7.3	5.0	....	7.0	....	6.5	....	6.9	....
5	706.1	660.6	9.2	6.9	10.0	10.0	8.7	17.8	....	20.0	....	19.2	....	20.1	....
6	706.6	660.7	11.6	8.8	7.7	5.3	9.0	5.8	....	6.0	....	7.1	....	4.3	....
7	703.2	657.5	11.7	9.6	9.7	9 0	8.0	6.3	....	5.2	....	4.9	....	4.1	....
8	702.5	657.5	14.5	12.7	2.3	4.0	3.7	....	....	....	....	....	....	....	....
9	700.5	656.0	14.5	9.7	7.3	7.7	6.3	6.5	....	5.1	....	5.7	....	3.6	....
10	700.5	653.8	5.5	1.4	10.0	9.7	8.3	15.0	....	12.8	....	10.9	....	6.5	....
11	699.2	653.5	9.9	7.1	5.3	4.7	2.7	....	....	....	....	....	....	....	....
12	696.4	650.0	4.1	+ 0.5	10.0	9.7	10.0	26.5	....	21.2	....	27.9	23	26.0	19
13	702.4	655.6	2.1	- 1.6	6.7	6.0	6.7	0.9	....	1.2	....	2.4	2	1.5	1
14	701.4	655.2	3.6	+ 3.4	9.0	10.0	9.3	4.0	....	4.9	....	4.5	....	4.9	....
15	697.9	652.1	9.1	6.7	6.0	3.3	6.3	1.4	....	1.4	....	1.1	....	1.0	....
16	698.2	652.2	5.7	+ 0.9	9.3	7.0	7.7	16.4	....	10.5	....	9.2	10	9 9	11
17	703.6	656.4	0.7	- 2.2	10.0	8.7	10.0	11.0	....	19.2	....	19.5	14	20.6	15
18	709.1	661.3	2 9	- 1.2	2.3	2.0	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
19	708.3	661.3	5.3	+ 1.3	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
20	705.8	659.6	8.5	7.4	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
21	704.2	658.1	11.5	8.5	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	703.1	656.7	12.5	8.8	1.7	1.7	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
23	702.1	656.4	13.5	8.8	2.7	2.7	2.0	....	....	....	....	....	....	....	....
24	700.4	655.0	10.7	8.0	2.7	2.3	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
25	698.3	653.1	9.7	7.9	8.0	7.3	6.3	....	....	....	....	....	....	....	....
26	694.3	649.3	10.5	6.4	7.7	7.0	7.3	0.5	....	0.6	....	0.9	....	0.2	....
27	696.5	650.8	9.5	5.3	4.0	4.3	3.7	0.7	....	....	....	0.8	....	1.2	....
28	702.6	655.8	5.1	2.0	7.3	5.0	4.3	5.5	....	5.6	....	6.5	....	3.4	....
29	701.7	655.7	6.7	3.1	6.0	6.0	4.3	12.0	....	11.3	....	11.7	7	6.2	7
30	704.4	657.4	+ 4.8	+ 0.4	9.7	9.0	10.0	4.0	....	4.5	....	3.2	....	3.6	....
Mois	702.56	656.48	+ 8.55	+ 5.22	6.1	5.5	5.4	145.9		142.5		147 5	56	126.8	53

Mois de Mai 1901.

Jours du mois.	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o				mm.	cm.	mm.	cm.	mm	cm.	mm.	cm.
1	705.4	658.6	+ 6.6	+ 2.6	4.0	3.0	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
2	703.8	657.8	9.6	5.1	4.3	4.0	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
3	705.7	659.3	9.3	6.7	3.7	2.3	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
4	705.2	659.4	11.8	7.6	0.7	0.7	2.3	....	....	....	....	....	....	....	....
5	701.2	655.3	12.1	8.1	3.3	3.7	3.0	1.1	....	1.0	....	0.9	....	2.8	....
6	694.6	649.6	11.3	6.6	6.7	6.0	9.0	7.0	....	7.4	....	9.6	....	8.2	4
7	693.2	647.6	7.2	3.7	4.3	4.0	4.0	7.4	....	8.9	....	6.5	....	7.0	9
8	696.8	651 0	6.5	2.3	6.3	7.3	9.0	9.3	...	7.1	....	5.6	....	6.0	9
9	702.5	655.9	7.7	3.5	2.0	0.7	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
10	704.4	657.6	7.2	2.7	7.7	5.3	9.0	0.5	....	....	....	0.8	....	0.8	....
11	704.8	657.8	7.9	2.8	8.3	8.3	8.7	0.5	....	....	....	0.2	....	0.6	....
12	703.6	657.0	12.3	8.4	3.0	0.7	3.0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	705.0	659.6	14.9	9.8	0.0	0.3	2.0	6.0	....	6.3	....	6.5	....	7.7	....
14	706.4	661.2	14.3	9.6	4.3	4.7	3.7	....	....	....	....	....	....	....	....
15	704.4	659.2	14.5	10.9	4.0	0.0	1.3	....	....	0.2	....	0.4	....	0 6	....
16	701.6	656.3	13.9	10.0	5.3	1.3	5.0	0.8	....	....	....	....	....	0.5	....
17	701.9	655.7	7.9	3.7	9.3	8.3	9.3	....	....	....	....	....	....	....	....
18	701.9	656.2	11.9	8 0	1.0	1.0	5.7	....	....	....	....	....	....	....	....
19	704.5	659.0	12.9	8.9	1.7	1.0	4.0	....	....	....	....	....	....	....	....
20	706.4	660.9	14.7	10.6	3.0	1.0	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
21	707.4	662.0	15.7	11.9	0.0	0.3	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
22	706.2	660.8	15.5	11.8	4.0	2.3	3.3	0.2	....	....	....	....	....	....	....
23	705.0	659.5	13.3	10.1	5.7	3.3	5.3	1.0	....	1.3	....	1.6	....	1.5	....
24	704.4	659.0	14.1	10.4	2.7	3.3	2.3	....	....	....	....	....	....	....	....
25	701.7	656.5	15 7	12.2	6.7	5.0	6.0	....	....	....	....	....	....	....	....
26	701.0	656.1	15.3	10.9	3.3	3.7	7.0	....	....	....	....	....	....	....	....
27	702.5	657.4	16.4	12.4	1.0	0.7	2.3	....	....	....	....	....	....	....	....
28	703.0	658.0	17.9	14.5	1.0	3.0	2.7	....	....	....	....	0.1	....	....	....
29	702.3	657.5	18.5	15.1	4.3	4.3	3.7	0.2	....	....	....	0.8	....	....	....
30	702.4	657.7	19.1	15.1	6.0	2.3	2.0	....	....	....	....	....	....	....	....
31	703.8	659.5	+20.7	+17.5	1.7	1.3	0 7	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	703.00	657.39	+12.80	+ 8.83	3.9	3.0	4.0	34.0	....	32.2	....	33.0	....	35.7	22

Mois de Juin 1901.

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée) Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	703.9	660.4	+22.5	+18.5	0.0	1.3	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
2	704.5	660.5	21.9	18.2	2.0	1.0	2.7	1.5	....	0.8	....	1.4	....	1.2	....
3	705.2	660.4	18.5	14.6	4.3	3.7	2.0	....	....	1.4	....	0.6	....	0.3	....
4	705.9	661.3	19.3	14.8	5.3	2.3	2.7	....	....	....	....	0.4	....	0.2	....
5	705.8	661.6	19.2	15.2	0.3	0.0	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
6	704.8	660.2	19.7	15.7	1.0	0.7	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
7	703.5	659.0	17.9	14.5	3.7	1.7	2.0	2.2	....	2.2	....	1.4	....	1.4	....
8	703.1	658.6	17.7	14.8	6.3	3.7	5.3	....	....	....	....	11.6	....	5.7	....
9	702.8	658.7	16.7	13.5	7.7	6.0	7.7	5.5	....	8.2	....	6.5	....	6.2	....
10	703.6	659.1	16.4	13.6	7.3	5.0	9.0	3.8	....	4.2	....	5.5	....	4.3	....
11	704.9	659.5	16.9	12.2	9.3	7.3	6.7	....	....	0.2	....	1.4	....	0.6	....
12	702.2	657.0	15.6	11.3	5.0	1.7	3.0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	697.2	652.4	14.3	10.0	5.3	3.7	3.7	....	....	....	....	0.1	....	0.1	....
14	697.5	652.4	12.8	9.7	8.0	7.0	6.7	24.5	....	23.9	....	25.6	....	16.9	....
15	699.6	654.1	10.5	6.8	10.0	9.3	10.0	26.0	....	25.8	....	33.8	....	30.7	1
16	704.6	658.3	7.5	4.0	9.3	5.3	9.7	1.0	....	0.5	....	0.9	....	1.0	....
17	705.6	659.1	9.3	5.6	9.3	9.3	8.0	....	....	2.0	....	2.2	....	2.4	....
18	704.3	657.2	7.1	2.8	10.0	9.7	8.3	10.0	....	8.3	....	4.7	2	4.0	7
19	706.3	659.2	6.9	1.8	8.3	9.7	7.0	....	....	1.0	....	0.7	....	0.9	....
20	708.4	662.5	13.5	8.7	1.3	1.0	2.3	....	....	....	....	....	....	....	....
21	706.6	661.4	17.3	13.0	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
22	704.8	660.1	18.3	16.1	0.7	0.3	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
23	704.8	660.1	19.3	17.5	1.7	1.0	2.7	3.3	....	3.0	....	4.6	....	2.7	....
24	707.6	661.9	15.9	12.2	6.7	6.7	6.0	....	....	....	....	0.1	....	0.2	....
25	710.0	664.4	16.3	12.1	2.0	1.7	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
26	708.9	663.4	15.9	12.1	0.0	0.3	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
27	706.8	661.8	17.5	13.5	0.0	0.0	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
28	706.5	661.5	17.7	15.2	4.3	3.0	3.7	6.0	....	7.5	....	7.3	....	8.8	....
29	706.7	662.5	20.4	17.4	4.7	2.0	2.0	0.5	....	0.9	....	0.6	....	0.8	....
30	704.8	661.3	+22.2	+19.1	7.7	7.3	7.0	0.7	....	0.2	....	0.6	....	....	....
Mois	704.71	659.67	+16.17	+12.48	4.7	3.7	4.2	85.0	....	90.1	....	110.0	2	88.4	8

Mois de Juillet 1901.

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	702.8	656.9	+14.0	+11.6	8.3	8.0	8.3	1.8	....	1.6	....	3.1	....	3.3	....
2	698.3	654.5	13.5	10.4	8.0	7.3	6.3	17.8	....	17.8	....	20.8	....	22.5	....
3	697.7	653.0	12.9	9.2	6.7	6.7	4.0	3.2	....	3.4	....	5.8	....	5.5	....
4	702.0	656.2	12.1	8.8	9.7	9.3	10.0	6.8	....	7.0	....	12.4	....	10.3	....
5	706.6	661.5	14.6	11.9	5.0	4.3	4.7	....	....	....	....	0.2	....	....	....
6	706.3	661.2	16.1	13.5	3.0	2.7	2.7	....	....	....	....	....	....	....	....
7	706.0	660.7	18.3	14.2	1.0	0.0	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
8	706.1	661.3	19.2	15.9	1.0	0.3	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
9	704.5	660.0	20.2	16.3	0.0	0.3	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
10	702.6	658.4	20.9	17.3	0.3	0.7	1.3	1.0	....	1.4	....	2.2	....	0.2	....
11	702.5	658.2	19.9	15.8	3.3	0.7	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
12	704.6	659.8	19.7	16.0	0.7	0.3	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	704.3	659.8	20.7	16.9	3.0	0.7	3.0	....	....	....	....	....	....	....	....
14	703.8	659.7	21.4	17.9	7.0	3.0	4.7	....	....	0.1	....	0.7	....	3.0	....
15	705.7	661.4	20.5	17.5	7.0	5.7	4.3	10.9	....	10.0	....	5.1	....	10.6	....
16	708.3	663.6	20.2	17.1	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
17	709.3	664.4	20.5	17.4	0.0	0.0	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
18	707.7	663.0	20.7	17.8	0.0	0.0	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
19	705.6	661.2	22.3	18.8	1.7	2.0	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
20	704.4	660.0	21.8	18.0	1.0	2.0	2.3	....	....	....	....	0.7	....	....	....
21	703.5	659.4	21.5	18.7	0.7	0.7	3.3	....	....	0.7	....	0.9	....	0.9	....
22	703.0	658.3	19.6	14.9	7.0	5.3	3.7	0.8	....	0.7	....	0.1	....	0.1	....
23	701.5	656.3	15.4	11.5	9.0	7.0	6.0	7.0	....	6.5	....	4.4	....	1.2	....
24	699.7	655.0	16.1	12.9	3.3	3.0	2.7	5.0	....	5.6	....	7.1	....	9.5	....
25	701.1	655.9	15.9	12.0	6.7	7.3	8.0	1.0	....	....	....	0.9	....	....	....
26	701.7	656.6	15.1	11.4	2.0	2.0	2.7	1.2	....	1.2	....	0.3	....	....	....
27	701.3	656.4	16.3	13.1	8.3	7.0	8.0	8.4	....	8.7	....	9.2	....	10.1	....
28	704.2	658.0	15.0	11.6	8.7	8.3	8.3	19.5	....	18.0	....	19.9	....	21.5	....
29	705.8	660.7	16.1	12.9	6.7	7.3	9.3	6.5	....	6.5	....	5.5	....	5.1	....
30	707.8	662.2	17.3	14.4	6.3	3.7	3.7	....	....	0.2	....	....	....	....	....
31	702.4	657.5	+17.3	+13.3	8.7	8.7	9.7	1.2	....	1.2	....	0.9	....	0.9	....
Mois	703.90	659.06	+17.91	+14.49	4.3	3.7	4.0	92.1	....	90.6	....	100.2	....	104.7	....

Mois d'Août 1901

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	702.8	657.0	+15.1	+12.7	9.7	8.3	9.7	18.2	....	19.8	....	14.9	....	20.1	....
2	705.6	660.2	12.6	10.2	9.3	9.0	10.0	10.0	....	12.1	....	12.0	....	8.0	....
3	706.7	662.0	17.0	14.0	1.3	1.3	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
4	706.1	660.6	16.8	14.6	2.3	1.3	3.7	....	....	....	....	....	....	....	....
5	704.6	659.7	18.4	15.5	6.7	4.0	3.0	....	....	....	....	....	....	....	....
6	703.6	658.4	16.3	12.4	7.7	6.0	5.0	1.2	....	1.2	....	1.2	....	3.4	....
7	704.9	659.6	16.1	12.2	3.7	2.7	2.3	....	....	....	....	....	....	....	....
8	707.2	661.7	17.7	14.6	0.0	0.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
9	706.0	661.1	19.5	17.4	0.0	0.0	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
10	704.8	659.8	20.6	17.4	2.7	1.3	3.7	0.4	....	....	....	....	....	....	....
11	705.1	659.9	16.7	13.4	5.3	5.0	7.0	5.7	....	6.1	....	10.0	....	10.2	....
12	705.4	659.9	14.7	11.1	10.0	8.3	7.0	11.6	....	9.4	....	12.5	....	15.4	....
13	705.1	659.1	15.3	11.2	5.0	3.3	6.3	0.1	....	....	....	....	....	0.7	....
14	705.0	659.6	16.7	12.5	4.3	2.3	3.7	....	....	....	....	....	....	....	....
15	704.9	659.1	15.7	12.9	9.3	7.0	8.7	6.5	....	7.5	....	8.8	....	8.5	....
16	707.2	661.1	12.5	8.8	5.7	6.7	5.7	....	....	....	....	....	....	....	....
17	707.2	661.5	16.1	12.0	0.0	0.0	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
18	707.1	662.0	16.9	15.4	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
19	707.2	662.4	18.6	17.4	0.0	0.0	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
20	707.4	662.5	19.7	16.0	0.0	0.7	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
21	707.5	662.4	17.3	13.6	8.0	6.3	2.0	....	....	....	....	....	....	0.2	....
22	707.6	662.2	16.7	13.2	6.7	5.3	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
23	707.9	662.8	18.3	16.3	0.3	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
24	705.9	661.9	20.7	17.0	2.3	0.7	0.7	....	....	....	....	....	....	....	....
25	701.9	658.2	19.9	16.4	4.0	3.3	2.0	10.1	....	9.0	....	9.9	....	10.4	....
26	699.6	654.7	14.2	12.1	10.0	7.7	9.3	10.0	....	10.5	....	10.9	....	11.5	....
27	704.5	657.8	11.2	8.4	9.0	7.7	7.0	....	....	....	....	0.1	....	....	....
28	703.8	658.0	11.1	8.7	10.0	9.3	9.0	10.5	....	10.5	....	10.8	....	10.0	....
29	707.3	660.8	11.8	7.8	0.7	0.3	1.7	....	....	....	....	....	....	....	....
30	707.8	661.8	12.7	11.6	0.0	0.3	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
31	705.9	661.0	+17.0	+14.2	1.3	1.0	2.0	4.5	....	3.7	....	2.9	....	3.0	....
Mois	705.60	660.29	+16.26	+13.25	4.4	3.5	3.7	88.8	....	89.8	....	94.0	....	101.4	....

Mois de Septembre 1901

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	704.2	659.5	+17.7	+15.0	6.0	6.3	6.3	....	....	0.1	....	....	....	0.2	....
2	703.1	658.5	16.7	14.5	6.3	3.3	7.0	1.0	....	1.8	....	2.6	....	0.1	....
3	701.1	656.4	16.7	13.0	10.0	6.3	8.3	2.0	....	1.1	....	2.0	....	1.3	....
4	697.2	652.4	15.1	13.1	10.0	9.0	10.0	10.3	....	10.3	....	11.1	....	11.0	....
5	697.5	652.1	12.9	8.9	7.3	6.7	9.3	0.4	....	0.3	....	0.3	....	....	....
6	699.4	654.3	13.9	10.9	5.3	4.7	7.0	0.1	....	0.6	....	0.7	....	0.8	....
7	702.9	658.6	16.1	13.5	2.7	1.7	1.7	....	....	....	....	....	....	0.1	....
8	705.7	659.6	18.0	15.7	1.3	1.3	1.3	....	....	....	....	....	....	0.1	....
9	704.8	660.0	18.9	17.2	0.7	1.0	1.0	1.3	....	2.8	....	6.1	....	0.8	....
10	703.5	659.0	17.5	15.2	5.7	7.0	4.7	15.0	....	12.2	....	17.1	....	14.7	....
11	702.1	656.9	15.4	11.2	7.3	6.7	8.3	19.0	....	15.6	....	16.2	....	17.9	....
12	698.7	653.1	10.0	5.8	8.0	7.0	10.0	3.0	....	3.6	....	2.2	....	3.2	....
13	696.5	651.5	10.1	6.2	10.0	9.7	8.3	12.0	....	11.7	....	13.7	....	16.0	....
14	697.3	651.9	8.9	6.3	8.7	8.7	7.0	0.1	....	0.4	....	....	....	....	....
15	698.5	653.9	10.1	7.1	9.0	6.0	9.0	4.6	....	3.9	....	5.0	....	5.2	....
16	701.7	657.9	11.0	7.3	3.7	1.3	4.0	....	....	....	....	....	....	....	....
17	702.5	656.8	11.3	8.8	6.3	4.7	6.3	8.2	....	7.5	....	8.3	....	4.2	....
18	706.4	660.1	13.3	11.4	5.0	3.0	4.7	....	....	....	....	....	....	0.1	....
19	705.2	659.8	13.6	11.4	0.7	0.3	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
20	701.8	657.1	16.7	14.2	1.7	1.0	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
21	695.4	652.2	19.3	15.3	5.3	5.7	6.7	....	....	....	....	....	....	....	....
22	696.3	651.6	15.0	11.7	5.0	5.7	6.3	....	....	....	....	....	....	....	....
23	699.1	653.9	15.8	13.4	8.0	7.7	7.7	....	....	....	....	....	....	....	....
24	699.9	654.8	14.5	11.7	10.0	10.0	9.3	23.8	....	23.6	....	24.8	....	30.2	....
25	701.0	655.5	11.1	8.1	10.0	10.0	10.0	22.3	....	29.0	....	48.1	....	48.6	....
26	704.8	659.0	12.3	9.4	10.0	10.0	10.0	4.0	....	5.2	....	10.0	....	11.1	....
27	708.6	662.9	13.9	11.3	5.3	4.7	5.0	....	....	....	....	....	....	1.1	....
28	709.9	663.6	14.1	10.4	4.3	4.7	6.0	....	....	....	....	....	....	....	....
29	710.1	664.6	13.1	11.7	1.7	0.0	1.0	....	....	....	....	....	....	....	....
30	710.4	664.3	+14.7	+11.7	0.7	1.0	2.7	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	702.18	657.07	+14.25	+11.39	5.9	5.2	6.0	127.1	....	129.7	....	168.2	....	166.7	....

Mois d'Octobre 1901

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	°	°				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	706.4	661.2	+16.1	+11.8	5.7	6.0	3.7	0.5	....	0.3	....	0.3	....	0.1	....
2	703.2	657.7	12.9	11.0	10.0	10.0	8.3	....	....	....	....	....	....	....	....
3	705.1	659.2	11.4	8.8	10.0	10.0	9.7	16.0	....	18.0	....	18.5	....	20.0	....
4	703.2	657.4	9.6	6.7	8.3	4.3	8.3	3.5	....	3.7	....	2.6	....	1.9	....
5	703.4	657.7	10.7	6.5	5.0	4.7	7.0	....	....	....	....	....	....	....	....
6	697.1	652.0	10.5	10.0	6.3	4.3	4.7	9.0	....	11.3	....	14.4	....	10.4	1
7	696.6	651.1	6.1	2.6	9.7	8.3	8.7	2.4	....	3.0	....	2.0	1	1.6	2
8	702.1	655.4	6.2	4.3	6.0	8.3	8.7	2.2	....	3.1	....	3.1	....	2.7	....
9	702.2	656.5	8.6	7.7	10.0	10.0	10.0	13.0	....	14.5	....	10.9	....	17.0	....
10	706.6	660.0	8.3	4.7	2.3	2.0	3.3	....	....	....	....	....	....	....	....
11	705.3	658.7	6.3	4.1	0.7	0.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
12	703.1	656.8	6.5	4.2	2.0	4.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	703.2	656.7	7.1	6.0	3.3	5.7	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
14	702.1	656.2	7.1	6.5	0.7	1.7	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
15	699.0	653.8	9.5	7.2	5.0	5.0	5.0	....	....	....	....	....	....	....	....
16	697.9	652.8	10.5	8.5	1.0	2.7	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
17	698.9	653.5	9.8	8.6	8.3	6.3	3.7	....	....	....	....	....	....	....	....
18	698.9	653.6	10.2	8.7	1.7	2.3	1.3	....	....	....	....	....	....	....	....
19	699.4	653.9	11.2	9.0	3.7	3.3	3.0	0.9	....	1.2	....	2.5	....	0.7	....
20	697.2	652.1	11.9	7.5	7.0	7.3	7.7	....	....	....	....	0.8	....	0.1	....
21	698.6	652.6	8.3	4.8	7.0	6.7	7.0	0.6	....	0.4	....	0.8	....	0.4	....
22	697.2	650.8	6.7	4.2	10.0	9.3	10.0	11.0	....	10.6	....	12.9	....	11.6	....
23	705.8	659.0	7.5	4.0	8.7	8.7	10.0	1.5	....	1.6	....	0.1	....	0.1	....
24	709.4	662.5	8.2	4.4	3.7	3.3	4.3	....	....	....	....	....	....	....	....
25	705.4	659.1	7.5	4.6	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
26	703.4	656.8	6.1	4.1	3.7	3.7	2.3	....	....	....	....	....	....	....	....
27	708.2	661.0	6.7	2.7	6.7	6.0	9.3	....	....	....	....	....	....	....	....
28	708.5	661.1	7.1	3.6	1.7	1.7	3.3	....	....	....	....	....	....	....	....
29	703.4	657.5	6.0	6.0	0.0	0.0	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
30	699.3	653.2	4.3	4.6	8.0	8.3	5.7	....	....	....	....	....	....	....	....
31	700.6	654.0	+6.4	+6.0	10.0	9.7	7.7	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	702.28	656.26	+8.56	+6.23	5.4	5.3	4.9	60.6	....	67.7	....	68.9	1	66.6	3

Mois de Novembre 1901

Jours du mois	Baromètre Hauteur moyenne		Thermomètre Température moyenne		Nébulosité moyenne			Pluie et neige (hauteur mesurée)							
								Lavey		Savatan		Dailly		Aiguille	
	Savatan	Dailly	Savatan	Dailly	Lavey	Savatan	Dailly	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige	Pluie	Neige
	mm.	mm.	o	o				mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.	mm.	cm.
1	707.2	660.3	+ 4.4	+ 6.2	8.7	8.3	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
2	710.8	663.0	2.9	6.6	2.7	4.0	0.3	....	....	....	....	....	....	....	....
3	710.0	662.8	2.3	6.6	3.3	3.3	0 0	....	....	....	....	....	....	....	....
4	708.6	660.9	1.3	1.8	6.7	5.3	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
5	711.5	663.3	1.5	2.9	0.0	1.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
6	710.3	662.8	1.7	2.8	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
7	708.0	660.9	2.3	3.5	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
8	705.3	658.3	2.3	4.1	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
9	705.2	658.0	2.3	0.3	0.7	3.7	3.3	....	....	....	....	....	....	....	....
10	706.2	658.8	2.5	1.2	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
11	703.7	656.7	2.1	0.8	1.7	3.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
12	698.4	652.7	3.6	5.3	0.0	0.0	0.0	....	....	....	....	....	....	....	....
13	692.2	647.5	9.3	4.9	4.3	3.7	4.0	13.5	....	9.8	....	9.0	1	5 5	3
14	693.4	647.4	4.3	1.6	10.0	9.7	9.7	1.5	....	2.9	....	1.4	1	0.1	1
15	694.1	648.1	4.3	0.6	10.0	9.7	10.0	11.5	....	12.2	....	12.9	5	7.0	8
16	697.4	650.9	1.6	+ 0.8	10.0	10.0	9.3	14.2	....	14.3	....	7.8	....	10.6	3
17	709.9	661.8	1.2	- 1.2	10.0	10.0	9.0	0.1	....	....	....	0.2	....	0.1	.. .
18	712.3	664.1	+ 0.4	- 3.6	6.7	6.7	6.7	....	....	....	....	....	....	....	....
19	713.6	663.5	- 0.1	- 2.6	4.0	1.0	3.7	....	....	....	....	....	....	....	....
20	710.0	662.2	+ 0.7	- 2.2	1.7	0.3	1.7	....	....	...	....	....	....	....	....
21	706.3	658.9	1.3	0.0	2.0	2.7	4.3	....	....	....	....	....	....	....	....
22	703.7	656.6	2.5	+ 1.5	3.3	2.7	4.3	3.0	....	4.9	....	4.8	3	5.1	5
23	703.0	655 9	+ 2.1	- 1.3	10.0	10.0	10.0	1.5	....	0.7	....	1.2	1	0.1	....
24	705.1	657.0	- 2.1	- 5.9	10.0	10.0	10.0	....	....	....	....	....	....	....	....
25	708.8	659.8	- 1.7	- 5.6	10.0	10.0	7.7	....	....	....	....	....	....	....	....
26	706.0	657.5	- 2.6	- 6.0	10.0	9.7	10.0	....	....	....	....	....	....	....	....
27	704.2	656.1	- 3.1	- 6.7	10.0	10.0	10.0	....	....	....	....	....	....	....	....
28	706.6	658.4	- 2.3	- 5.0	2.0	2.7	5.0	....	....	....	...,	....	....	....	....
29	709.6	661.1	- 1.9	- 4.4	4.7	3.3	3.7	....	....	....	....	....	....	....	....
30	713.3	664.2	- 1.1	- 2.8	0.0	1.3	5.3	....	....	....	....	....	....	....	....
Mois	705.83	658.32	+ 1.40	+ 0.14	4.7	4 7	4.3	45.3	....	44.8	...	37.3	11	28.5	20

MOYENNES DU MOIS DE DÉCEMBRE 1900

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	703.94	704.49	704.86	657.09	657.29	657.90
2me »	712.51	712.22	712.37	665.09	664.69	664.85
3me »	703.47	703.25	703.23	656.71	656.09	656.39
Mois.....	706.53	706.54	706.70	659.53	659.25	659.60

Température.

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	+2.38	+4.01	+2.89	+1.5	+5.0
2me »	-0.46	+2.90	+0.22	-1.1	+3.7
3me »	+2.67	+4.55	+3.35	+1.0	+5.5
Mois.....	+1.57	+3.84	+2.19	+0.5	+4.8
	Dailly				
1re décade.....	+0 67	+1.79	+1.17	-1.8	+3.6
2me »	+2.32	+6.21	+2.77	-0.6	+7.7
3me »	+0.82	+2.79	+1.35	-1.6	+5.5
Mois.....	+1.25	+3.57	+1.75	-1.3	+5.4

MOYENNES DU MOIS DE JANVIER 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	702.95	703.01	703.37	655.02	654.91	655.47
2me »	709.00	708.87	709.71	661.14	660.89	661.78
3me »	705.15	704.96	704.45	657.64	657.42	657.01
Mois.....	705.68	705.59	705.80	657.92	657.73	658.05

Température.

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	-2.56	-0.14	-2.34	-4.0	+0.7
2me »	-2.70	+0.64	-1.28	-4.1	+2.0
3me »	+0.36	+1.87	+0.91	-1.3	+3.6
Mois.....	-1.57	+0.83	-0.85	-3.1	+2.1
	Dailly				
1re décade.....	-5.09	-2.22	-4.82	-7.7	-0.6
2me »	-0.28	+3.55	-0.06	-2.4	+5.1
3me »	+0.39	+2.43	+0.32	-3.3	+3.9
Mois.....	-1.59	+1.29	-1.46	-4.4	+2.8

MOYENNES DU MOIS DE FÉVRIER 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	698.53	698.89	699.32	650.80	651.07	651.31
2me »	704.80	704.29	704.44	655.66	655.58	655.30
3me »	701.95	701.30	701.27	654.09	653.78	653.65
Mois.....	701.74	701.51	701.70	653.48	653.46	653.41

Température.

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	-3.02	+0.24	-2.00	-3.6	+1.4
2me »	-8.70	-5.38	-7.30	-9.3	-4.1
3me »	-4.67	+0.57	-1.63	-5.4	+2.4
Mois.....	-5.52	-1.67	-3.79	-6.1	-0.3
	Dailly				
1re décade.....	- 6.45	-3.55	- 5.11	- 7.8	-1.8
2me »	-10.33	-8.12	-10.22	-12.8	-6.4
3me »	- 5.26	-0.59	- 2.81	- 7.1	+1.1
Mois.....	- 7.50	-4.34	- 6.28	- 9.4	-2.6

MOYENNES DU MOIS DE MARS 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	699.10	698.57	698.31	651.94	651.66	651.64
2me »	694.55	694.07	695.05	648.22	647.64	648.22
3me »	697.82	697.93	698.66	649.82	650.18	650.70
Mois.....	697.18	696.89	697.38	649.99	649.84	650.20

Température.

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	+0.30	+4.36	+2.20	-0.2	+5.6
2me »	+3.74	+6.56	+4.50	+1.7	+8.5
3me »	-3.00	+0.96	-0.85	-3.6	+1.9
Mois.....	+0.24	+3.86	+1.86	-0.7	+5.2
	Dailly				
1re décade.....	-1.53	+1.12	-0.58	-3.1	+3.2
2me »	+0.39	+2.71	+1.11	-1.8	+4.6
3me »	-6.51	-3.15	-4.73	-8.1	-1.5
Mois.....	-2.68	+0.12	-1.54	-4.5	+2.0

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	704.26	704.73	705.13	658.40	658.76	659.46
2me »	702.05	702.20	702.44	655.34	655.78	656.05
3me »	700.87	700.37	701.01	654.83	654.58	655.09
Mois.....	702.39	702 43	702.86	656.19	656.37	656.87

Température.

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	+9.50	+13.42	+10.12	+7.7	+14.6
2me »	2.94	7.68	4.98	1.3	10.1
3me »	6.98	12.54	8.84	5.9	15.0
Mois.....	+6.47	+11.21	+ 7.98	+4.9	+13.2
	Dailly				
1re décade.....	+6.39	+9.28	+6.83	+4.3	+11.8
2me »	0.53	3.60	2.58	-2.1	5.7
3me »	4.51	7.72	5.54	+3.2	10.2
Mois...	+3.81	+6.87	+4.98	+1.8	+ 9.2

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	701.57	700.84	701.45	655.33	655.07	655.22
2me »	704.31	703.70	704.12	658.16	658.23	658.48
3me »	704.02	703.28	703.55	658.63	658.37	658.65
Mois.....	703.32	702.63	703.05	657.42	657.26	657.49

Température.

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	+5.84	+12.32	+ 8.64	+5.2	+14.9
2me »	8.74	16.02	12.84	7.9	18.1
3me »	13.40	19.85	16.40	12.4	22.2
Mois.....	9.46	16.19	12.75	8.6	18.5
	Dailly				
1re décade.....	+2.66	+ 7.26	+ 4.78	+1.6	+ 9.5
2me »	6.04	10.18	8.61	4.8	12.8
3me »	10.60	14.79	13.29	9.2	17.1
Mois.....	6.57	10.87	9.04	5.4	13.3

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	704.49	703.92	704.52	660.04	659.84	660.07
2me »	702.97	702.86	703.34	656.91	657.12	657.47
3me »	707.23	706.41	706.62	661.98	661.60	661.97
Mois	704.90	704.40	704.83	659.65	659.52	659.84

Température

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	+16.07	+22.60	+18.28	+15.0	+24.4
2me »	9.42	13.98	10.92	8.2	15.9
3me »	14.62	21.52	18.12	13.8	23.8
Mois	13.37	19.37	15.77	12.3	21.4
	Dailly				
1re décade.....	+13.54	+17.85	+14.60	+12.2	+19.4
2me »	6.27	9.01	6 64	4.2	11.1
3me »	12.50	16.78	15.10	10.6	19.0
Mois	10.77	14.55	12.11	9.0	16.5

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	703.51	703.15	703.20	658.19	658.41	658.49
2me »	705.82	705.31	705.73	661.09	660.91	661.28
3me »	703.03	702.46	703.22	657.88	657.58	658.08
Mois.....	704.08	703.60	704.02	659.02	658.92	659.24

Température.

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	+13.86	+18.86	+15.84	+13.0	+21.7
2me »	16.94	24.18	21.18	16.6	26.8
3me »	14.58	19.73	16.29	13.7	20.4
Mois.....	15.11	20.88	17.72	14.4	22.9
	Dailly				
1re décade.....	+11.30	+14.60	+12.82	+ 9.6	+16.7
2me »	15.21	19.10	17.64	13.6	20.7
3me »	11.79	15.07	13.18	10.0	17.1
Mois.....	12.74	16.21	14.51	11.0	18.1

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	705.11	705.02	705.56	659.97	659.88	660.18
2me »	706.01	706.09	706.41	660.60	660.68	660.89
3me »	705.64	705.16	705.48	660.28	660.03	660.14
Mois.....	705.59	705.41	705.80	660.29	660.19	660.39

Température.

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	+14.66	+19.28	+17.10	+13.9	+21.0
2me »	14.06	18.34	16.44	13.3	21.0
3me »	13.04	17.98	15.62	12.3	20.2
Mois.....	13.89	18.52	16.36	13.2	20.7
	Dailly				
1re décade.....	+12.36	+15.48	+14.48	+10.7	+17.0
2me »	11.55	14.65	12.97	10.0	16.4
3me »	10.70	14.85	12.41	9.4	16.9
Mois.....	11.51	14.99	13.26	10.0	16.8

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	702.09	701.57	702.14	657.12	656.95	657.10
2me »	701.09	700.93	701.20	656.06	655.88	655.79
3me »	703.44	703.07	704.16	657.86	658.13	658.76
Mois.....	702.20	701.85	702.50	657.01	656.98	657.22

Température.

	Savatan				
	7 h. m. °	1 h. s. °	9 h. s. °	Minimum moyen °	Maxim. moyen °
1re décade.....	+13.96	+19.18	+15.92	+13.5	+20.8
2me »	10.42	13.96	11.74	9.8	15.1
3me »	12.88	16.60	13.60	11.6	18.1
Mois.....	12.42	16.58	13.75	11.6	18.0
	Dailly				
1re décade.....	+11.69	+15.56	+13.91	+10.0	+17.3
2me »	7.94	10.67	8.33	6.3	11.8
3me »	10.26	13.21	10.94	9.0	14.8
Mois.....	9.96	13.15	11.06	8.4	14.6

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	702.91	702.25	702.62	657.03	656.72	656.72
2me »	700.95	700.17	700.38	655.20	654.70	654.52
3me »	703.70	703.16	704.02	657.11	656.81	657.28
Mois	702.56	701.90	702.40	656.47	656.10	656.21

Température.

	Savatan				
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Minimum moyen	Maxim. moyen
	°	°	°	°	°
1re décade.....	+9.06	+11.74	+9.30	+8.3	+12.9
2me »	6.92	11.46	8.64	6.2	12.7
3me »	5.31	8.76	6.35	5.1	9.5
Mois	7.04	10.59	8.04	6.5	11.6
	Dailly				
1re décade.....	+6.43	+8.51	+7.27	+4.7	+10.3
2me »	4.86	9.40	6.78	3.9	10.0
3me »	3.09	5.85	4.40	2.5	8.0
Mois	4.74	7.85	6.09	3.6	9.1

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1901

Pression atmosphérique.

	Savatan			Dailly		
	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.	7 h. m. mm.	1 h. s. mm.	9 h. s. mm.
1re décade.....	708.34	707.87	708.73	660.94	660.65	661.18
2me »	702.42	702.38	702.70	655.32	655.34	655.78
3me »	706.47	706.38	707.15	658.46	658.45	658.76
Mois	705.75	705.55	706.19	658.24	658.15	658.57

Température.

	Savatan				
	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Minimum moyen	Maxim. moyen
	°	°	°	°	°
1re décade.....	-0.12	+5.04	+2.10	-0.3	+5.7
2me »	+1.24	+4.36	+2.62	+0.6	+5.1
3me »	-1.48	-0.18	-1.02	-2.2	+1.5
Mois	-0.12	+3.07	+1.23	-0.6	+4.1
	Dailly				
1re décade.....	+1.61	+6.60	+2.55	-0.6	+8.5
2me »	-0.50	+2.11	-0.28	-2.5	+3.4
3me »	-4.23	-2.67	-3.95	-6.1	-1.3
Mois	-1.04	+2.01	-0.56	-3.1	+3.5

(A suivre.)

COMPTE RENDU DES SÉANCES
DE LA SOCIÉTÉ NEUCHATELOISE
DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 20 décembre 1901.

A. Bellenot. Un ampèremètre à courant maximum. — Aug. Dubois. Sur deux essais de coloration de la Noiraigue à la fluorescéine. — H. Schardt. Les conditions géologiques de la source de la Noiraigue.

M. A. Bellenot, ingénieur, présente à la Société *un ampèremètre à courant maximum de Wright*. Cet appareil, construit par la maison Lux, à Mannheim, est basé sur l'emploi d'un thermomètre à air d'une construction spéciale.

Il est d'une construction très simple et donne des résultats relativement très exacts, comme l'ont prouvé de nombreuses expériences du conférencier.

Son emploi dans les distributions de lumière électrique permet de faire jouir du rabais, consenti aux forts consommateurs, les clients qui ont une grande durée d'éclairage et non plus seulement ceux qui ont un grand nombre de lampes installées. Le petit consommateur ayant une installation de deux ou trois lampes peut être un excellent client et avoir une durée moyenne d'éclairage très grande, il doit pouvoir jouir d'un rabais. L'appareil en question rend la chose possible et a eu de ce chef beaucoup de succès en Angleterre.

M. Aug. Dubois, prof., présente une communication *sur deux essais de coloration de la Noiraigue à la fluorescéine.*

La Noiraigue, qui jaillit au pied de l'escarpement des Roches Blanches, est le trop plein de la vaste cuvette formée par les marnes séquaniennes et argoviennes sous la vallée des Ponts. La nappe souterraine est alimentée par les eaux des flancs et du fond de la vallée qui viennent se rassembler dans un certain nombre d'emposieux alignés au pied des coteaux qui bordent le marais tourbeux. Ces eaux s'engouffrent dans les fissures des roches sous-jacentes pour reparaître à Noiraigue après un trajet plus ou moins long. Le plus important des emposieux de la vallée est celui du Voisinage, à un kilomètre à l'ouest des Ponts, car c'est là que viennent se déverser les deux Bieds qui coulent au milieu du marais. Même en temps de sécheresse, il recueille toujours une certaine quantité d'eau, tandis que tous les autres tarissent pour un temps plus ou moins long. Malgré cela, le volume d'eau qu'il recueille ne dépasse guère la vingt-cinquième partie de celui qui réapparaît à Noiraigue. En 1864 déjà, Desor avait tenté de déterminer la durée du trajet souterrain des eaux de la Noiraigue entre le Voisinage et la source de la rivière en recourant à la réaction de l'iode sur l'amidon. Le 30 septembre, il fit verser un fort volume d'empois d'amidon dans l'emposieu, puis descendit à Noiraigue pour essayer de reconnaître la présence de cette substance dans l'eau de la source (voir *Bull. de la Soc. des Sc. nat. de Neuchâtel*, t. VIII, p. 35). Malgré le résultat très peu décisif de l'expérience, Desor crut pouvoir admettre que l'eau de l'emposieu du Voisinage employait *8 heures* à parcourir le trajet qui sépare ce point de la source de la Noiraigue, et ce résultat fut généralement considéré comme un fait acquis.

Or, en 1900, j'appris qu'un essai de coloration des eaux de l'entonnoir du lac des Taillères, qui se déversent dans le lit souterrain de l'Areuse, avait prouvé qu'elles n'atteignent Saint-Sulpice qu'après treize jours, pour un trajet d'une longueur de 6 kilomètres. La distance du Voisinage à Noiraigue étant de 4 kilomètres, il paraissait ainsi très probable que le chiffre de huit heures, obtenu dans l'expé-

rience du 30 septembre 1864, était erroné et que la coloration bleue, d'ailleurs extrêmement faible, que Desor avait cru observer, était le fait d'une illusion. Il m'a donc semblé qu'il y avait quelque intérêt à répéter l'épreuve en utilisant la fluorescéine. J'ai donc tenté, au cours de l'année 1901, deux essais de coloration qui ont été exécutés dans les circonstances suivantes :

1er essai. Le 4 mai 1901, à cinq heures et demie du soir, je versai dans l'emposieu du voisinage deux kilogrammes de fluorescéine. Les eaux étaient hautes et la Noiraigue débitait environ 2500 lm. Dans les jours qui suivirent, quatre échantillons d'eau par vingt-quatre heures furent prélevés à la source. La coloration verte réapparut le 13 mai, à cinq heures du matin et se maintint jusqu'au lendemain. Elle a donc mis *huit jours et demi* à passer du Voisinage à Noiraigue.

2me essai. Le 26 juillet 1901, à cinq heures du soir, je versai de nouveau cinq kilogrammes de fluorescéine dans l'emposieu du Voisinage. La Noiraigue était cette fois à l'étiage, mais dans la semaine qui suivit, une série de violents orages firent enfler les cours d'eau à tel point que le jour où la couleur réapparut, la Noiraigue débitait au moins 3000 lm, soit un volume supérieur à celui que je notais lors du premier essai.

La fluorescéine se montra à Noiraigue avec assez d'intensité pour être visible à l'œil nu, le 2 août, à six heures du matin, et persista durant trente-six heures. Dans ce deuxième essai, l'eau a donc mis *six jours et demi* pour passer du Voisinage à Noiraigue.

Dans ces deux expériences, la coloration a réapparu très affaiblie, à tel point même que dans le premier essai elle ne fut reconnaissable que grâce au tube noir. Ce résultat est peut-être dû à une action destructive de l'acide ulmique de la tourbe, mais je crois devoir plutôt l'attribuer à l'énorme masse de l'eau emmagasinée dans la cuvette souterraine de la vallée.

M. le prof. Schardt ajoute quelques détails sur les con-

ditions géologiques qui président à la formation de la source de la Noiraigue. Cette source débite la totalité des eaux du synclinal des Ponts ; la nature du champ collecteur, qui est tourbeux, se retrouve dans l'eau de cette source, qui est ordinairement jaunâtre, surtout au moment des crues, où les tourbières subissent une forte lessivation. Le point d'émergence de cette source est déterminé par un accident géologique, une faille transversale qui met en présence l'Argovien de la lèvre SW et le Séquanien de la lèvre NE de la rupture. *C'est le point le plus bas où les calcaires perméables du séquanien affleurent au niveau de la vallée.* c'est donc là que l'eau du réseau souterrain *doit* déborder.

Séance du 10 janvier 1902.

J. Jeanprêtre. Curieuse influence du soufre sur la fermentation alcoolique. — J. Jacot-Guillarmod. Les forêts des côtes de Chaumont.

J. Jeanprêtre. *Curieuse influence du soufre sur la fermentation alcoolique.*

En étudiant l'action du métasulfite de potasse $S_2O_5K_2$ sur la fermentation du moût de raisins, l'auteur a reconnu que l'acide sulfureux ainsi introduit ne communiquait pas au produit de la fermentation le goût désagréable d'acide sulfhydrique qu'ont en général les vins provenant de moûts brantés avec des mèches soufrées selon la méthode usuelle. Si l'acide sulfureux n'en était pas la cause, ce goût devait nécessairement être dû au soufre fondu ou sublimé qui tombe dans les tonneaux pendant le brantage ; un essai de fermentation fait avec diverses levures sélectionnées et des moûts stérilisés additionnés de quelques centigrammes de fleur de soufre par litre a pleinement confirmé cette manière de voir : même en présence de quantités de métasulfite variant de 0,05 à 0,20 gr. par litre, le soufre a communiqué aux vins résultant de la fermentation le goût et l'odeur caractéristiques des vins

brantés. A côté de cette constatation intéressante, l'analyse des produits de la fermentation a révélé quelques faits très curieux qui font l'objet principal de ce travail.

Dans tous les moûts additionnés de soufre (fleur) à la dose 0,01 à 0,20 gr. par litre et d'un mélange de soufre et métasulfite (0,02 soufre et 0,20 métasulfite) la fermentation a complètement différé de celle des moûts témoins ou des moûts additionnés seulement de métasulfite. la clarification a été plus lente, la couleur des moûts a pâli, il s'est dégagé avec l'acide carbonique un peu d'hydrogène sulfuré et à fin de fermentation la levure examinée au microscope a présenté des cellules déformées, granulées, vacuolisées, mortes pour la plupart, tandis que celles des fermentations sans soufre étaient parfaitement vigoureuses. Le dosage de l'alcool a montré dans ces moûts, fermentés tous exactement dans les mêmes conditions, des différences très sensibles ; avec les moûts soufrés, le pour cent d'alcool est régulièrement plus élevé et l'acidité volatile (acétique) beaucoup plus faible. La divergence entre les pour cent d'alcool des moûts soufrés et des moûts témoins peut aller jusqu'à 3 % lorsqu'on a affaire à des moûts fortement sucrés (saccharose). Voici à titre d'exemple l'une des séries d'essais citées par l'auteur.

Moût de raisins additionné de sucre, poids spécifique 1,100. Durée de l'expérience, 31 jours ; température de l'étude 20° à 25°.

	Poids spécifique	Alcool vol. %	Acidité volatile gr. p. l.
Levure Volnay, Témoin.	1,01689	11,3	0,68
» 0,02 g. soufre p. litre	1,00517	12,8	0,38
Levure « Diable », Témoin	1,03012	9,5	0,89
» 0,02 gr. soufre	1,00376	12,9	0,46
Levure Bevaix, Témoin	1,02538	10,3	0,64
» 0,02 gr. soufre	1,00742	12,4	0,38
Levure Champagne, Témoin	1,01827	10,8	0,88
» 0,02 gr. soufre	0,99610	13,7	0,45
» 0,15 gr. $S_2O_5K_2$	1,00379	13,0	1,00
» 0,02 S + 0,15 $S_2O_5K_2$	0,99526	13,7	0,63

Des composés tels que des sulfates sulfites et hyposulfites essayés concurremment avec le soufre n'ont pas amené de changements sensibles dans la marche de la fermentation, cependant, avec l'hyposulfite, il s'est produit un léger dégagement d'acide sulfhydrique comme avec le soufre. Si, au lieu de sucrer les moûts avec du saccharose, on emploie du sucre interverti, les différences dans l'alcool produit sont moins fortes, mais toujours assez accusées, ainsi que l'abaissement de la teneur en acides volatils. Des expériences faites avec des levures mélangées dès l'origine à du ferment acétique n'ont pas donné pour le moment de résultats précis quant à l'acidité volatile.

En résumé, la présence de 0,01 gr. de soufre dans un litre de moût sucré suffit pour rendre la fermentation plus complète et plus rapide, pour diminuer sensiblement la production d'acide acétique, enfin pour épuiser plus vite les forces de la levure. Cette influence est particulièrement forte quand des disaccharides tels que le saccharose gênent l'action du ferment et augmentent la proportion des acides volatils. On peut en conclure que le soufre favorise spécialement la diastase hydrolysante ou sucrase du saccharomyces ellipsoïdeus. De nouvelles expériences devront être faites pour s'assurer si d'autres di et trisaccharides pourraient, en présence de traces de soufre, devenir plus facilement fermentescibles par les diverses races de saccharomyces.

M. J. Jacot-Guillarmot, forestier, présente une communication sur *les forêts des côtes de Chaumont et le danger qui les menace.*

Séance du 23 janvier.

O. Fuhrmann. La copulation et la fécondation chez les cestodes. — H. Rivier. La fabrication de l'acide sulfurique par le procédé de contact.

M. O. Fuhrmann, prof., présente un travail sur *la copulation et la fécondation chez les Cestodes.*

Si nous regardons comment se fait la copulation chez

les cestodes, nous voyons qu'elle s'opère d'une manière très différente chez les diverses formes.

Chez les cestodes à sexes séparés appartenant au genre *Dioicocestus* mihi, la copulation se fait toujours entre deux individus différents, le mâle et la femelle. Chez les Ténias, qui possèdent un pénis fort bien développé et fortement armé, et qui en même temps se trouvent toujours en nombre relativement très grand dans un même intestin, comme par exemple *T. inflata*, *T. cirrhosa*, etc., nous avons certainement aussi la copulation croisée entre individus différents, ou au moins entre proglottis différents du même strobila. Par contre, là où le cirrhe est relativement mal développé ou très court, comme chez beaucoup d'*Anoplocephalides*, *Davainea* et *Acoleïnæ*,, etc., j'ai pu très souvent constater l'autocopulation, sans que toutefois la copulation croisée soit empêchée et ne puisse se faire de temps en temps. Chez les *Aporina*, n. gen., par contre, nous avons ce phénomène rare dans la nature, que toute fécondation croisée, toute amphimixie est rendue impossible. Ce nouveau genre peut être caractérisé ainsi : Anoplocephalides avec appareil sexuel simple. Le vagin et le cirrhe rudimentaire ne débouchent pas à l'extérieur, mais se réunissent dans le parenchyme interne. Les testicules, très nombreux, sont dorsaux. Glandes sexuelles rapprochées du bord vers lequel court le vagin. Œufs avec deux coques. Espèce typique : *Aporina alba* de *Pyrrhna*.

M. H. Rivier, prof., expose le nouveau procédé de la Badische Anilin- und Sodafabrik pour la fabrication de l'anhydride et de l'acide sulfuriques, par la méthode de contact au moyen de l'amiante platinée.

Séance du 7 février.

A. Berthoud. L'unité de la matière. — F. Conne. Falsifications et altérations de denrées alimentaires en 1901. — Ed. Cornaz. Trois cas de tératologie végétale.

M. Alf. Berthoud, prof., expose l'état où en est actuellement la question de *l'unité de la matière*.

M. F. Conne, chimiste cantonal, communique les cas les plus intéressants de *falsifications et altérations de denrées alimentaires* qu'il a eu l'occasion d'observer au laboratoire cantonal en 1901.

M. le Dr Ed. Cornaz présente à la Société *trois faits de tératologie végétale.*

1. Une feuille d'*Alchimilla asterophylla* (Tausch.) = *A. Hoppeana* (R. Bus.) munie de huit folioles ; or, on sait que dans le groupe des *alpinæ*, cette espèce a ordinairement sept folioles, et plus rarement neuf, d'où le nom d'*Alchimilla alpina vulgaris heptaphylla et enneaphylla* que lui donnait Scheuchzer. Dans le cas particulier, la huitième foliole est latérale à la base de la feuille et pourrait bien être regardée comme une feuille ennéaphylle avec avortement d'une des folioles à la base ; toutefois les autres feuilles de cet exemplaire sont toutes heptaphylles. Elle a été trouvée dans les bois au pied S. du Chasseron.

2. Une feuille à cinq folioles sur un exemplaire du *Trifolium hybridum* (L.). Les deux folioles supplémentaires sont à la base des trois normales et moins grandes que celles-ci. Cette espèce assez rare se trouve entre les Rasses et Mauborget (Jura vaudois).

3. Sur un rameau à deux fleurs d'un rosier hybride, le *Rosa pimpinellifolia alpina*, forme très voisine du *R. sorbifolia* (Godet) de Chaumont, se trouvent des sépales à aspect foliacé, dont l'extrémité externe est élargie et forme une expansion plus ou moins découpée.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIETE DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 6 mars 1902.

Le Secrétaire. 1er fascicule du volume 34 des Mémoires de la Société de Physique. — A. Bach. Action de l'acide chromique sur le peroxyde d'hydrogène. — F. Kehrmann et Flürscheim. Recherches sur les acides silicotungstiques. — R. Chodat et Nicoloff. Morphologie des Juglandées. — F.-Louis Perrot. Coucher de soleil avec apparences mobiles autour de l'astre.

M. le Secrétaire des publications présente le 1er fascicule du volume 34 des *Mémoires de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève*, qui vient de paraître.

M. A. Bach a étudié au point de vue quantitatif *l'action de l'acide chromique sur le peroxyde d'hydrogène*, en vue d'obtenir de nouvelles données sur la réaction qui a lieu entre ce peroxyde et les agents oxydants. Dans ses expériences, il a fait agir une solution exactement titrée d'acide chromique sur une solution également titrée de peroxyde d'hydrogène. Après avoir mesuré l'oxygène dégagé, il a de nouveau dosé iodométriquement l'acide chromique qui restait dans le liquide à la fin de la réaction. De cette manière, M. Bach a constaté qu'en l'absence d'acide, la quantité d'oxygène dégagé correspondait exactement à la teneur en oxygène actif du peroxyde employé. L'acide chromique se retrouvait intact à la fin de la réaction et pouvait décomposer une nouvelle quantité de peroxyde.

En présence d'acide sulfurique, il y a réduction simultanée de l'acide chromique et du peroxyde d'hydrogène avec dégagement d'oxygène et formation de sulfate chromique. Pour une molécule d'acide chromique, deux molécules de peroxyde d'hydrogène sont décomposées. La réaction a donc lieu suivant l'équation :

$$4\,CrO_3 + 8H_2O_2 + 6H_2SO_4 = 2[Cr_2(SO_4)_3] + 7O_2 + 14H_2O$$

M. Bach parle ensuite des hypothèses de Berthelot et de Traube et fait ressortir que celles-ci ne s'accordent pas avec les résultats de ses expériences.

M. Kehrmann expose les résultats d'un travail entrepris par lui en collaboration avec M. Flürscheim[1], en vue de vérifier *la composition des combinaisons silicotungstiques* découvertes et étudiées par Marignac[2].

Après un assez grand nombre d'essais, les auteurs ont finalement réussi à séparer quantitativement l'acide tungstique de l'acide silicique, et à en déterminer très exactement les proportions. Cette séparation se fait en évaporant avec de l'acide fluorhydrique étendu le mélange des deux anhydrides, préalablement calcinés au rouge sombre, et en répétant l'opération jusqu'à poids constant. L'anhydride silicique est ainsi complètement éliminé.

Le dosage des bases dans les différents silicotungstates réussit très bien par précipitation de l'acide complexe sous forme de son sel quinoléinique. La base est dosée comme chlorure dans le liquide filtré. Cette nouvelle méthode analytique a permis aux auteurs de confirmer la composition des deux acides silicotungstiques telle que Marignac l'avait attribuée à ces substances. En revanche les données de ce dernier concernant l'existence de deux séries de sels des acides en question, ne peuvent pas être maintenues. La transformation mutuelle de ces sels est

[1] B. Flürscheim. Inaug. Dissertation. Heidelberg 1901.
[2] *Lieb. Ann. Chem.*, 125, 362 (1863).

toujours accompagnée d'un dédoublement de leurs molécules. C'est ainsi que, par exemple, le sel potassique de l'acide silicotungstique se transforme sous l'influence d'un petit excès de carbonate de soude, selon l'équation suivante :

$$2(2K_2O.\ SiO_2.\ 12WO_3) + 7K_2CO_3 = (7K_2O.\ 2SiO_2.\ 20WO_3) + 4K_2WO_4 + 7CO_2.$$

De même, le nouveau sel, tout en résistant assez bien à l'action des carbonates, subit à son tour une scission semblable, lorsqu'on l'attaque par l'acide chlorhydrique. Dans cette réaction, le sel potassique normal de l'acide silicotungstique est régénéré à côté d'une certaine quantité de chlorure de potassium et d'acide silicique.

M. le Prof. Chodat présente au nom de M. Nicoloff une communication au sujet du type floral des *Juglandées*.

De nombreux auteurs se sont déjà occupés de cette question, et les avis sont très partagés sur le développement de la fleur de cette famille. Comme il règne une grande uniformité dans la disposition de ces appareils, M. Nicoloff s'est surtout attaché à élucider la morphologie de la fleur et du fruit chez *Juglans regia* L. qu'il prend pour type de toute la famille.

A l'égard de la fleur mâle, il confirme le diagramme construit par M. Casimir de Candolle plutôt que celui d'A. Eichler. Cependant il nomme *préfeuilles* les pièces 1 et 2 du diagramme de M. de Candolle, les quatre pièces internes constituant seules le périgone. En outre l'épiphyllie de la fleur constatée par M. de Candolle dans le châton mâle de *Juglans* a été pleinement confirmée par des coupes faites dans des châtons très jeunes de *Carya*, où le primorde floral se différencie nettement sur la bractée dans le voisinage immédiat de l'axe.

L'étude de la fleur femelle a prouvé son analogie avec la fleur mâle, analogie prévue déjà par M. de Candolle. Des coupes longitudidales et transversales dans des fleurs très jeunes ont démontré clairement la présence d'une

bractée et de deux préfeuilles soudées à l'ovaire, et dont la disposition dans le diagramme est identique à celle des pièces correspondantes de la fleur mâle.

Quant à l'ovaire infère de *Juglans regia* L., M. van Tieghem le considère comme étant d'origine appendiculaire, et il se base pour formuler cette opinion sur la marche des faisceaux qui est identique à ce qu'elle serait si l'ovaire était infère. M. Nicoloff admet au contraire l'ovaire comme étant de nature axile. La marche des faisceaux n'est pas un argument contre sa manière de voir, car, comme les nervures se rendent aux pièces florales qui surmontent l'ovaire, elles doivent nécessairement avoir la même disposition que si l'ovaire résultait de la soudure de ces mêmes pièces.

L'ovule est pour M. van Tieghem un lobe de la feuille carpellaire. L'ovaire comprendrait typiquement quatre ovules, innervés chacun des ramifications nées des nervures marginales des deux carpelles, mais un seul de ces ovules se développerait; il serait porté au centre de l'ovaire et serait innervé par une seule des quatre nervures marginales des carpelles. M. Nicoloff a pu constater que les faisceaux que M. van Tieghem considère comme les nervures marginales des carpelles participent tous à l'innervation de l'ovule, et il n'a jamais rencontré les reliques fasciculaires des trois ovules soi-disant avortés. Les coupes en série qu'il a faites sont particulièrement propres à élucider ce côté de la question et prouvent clairement la nature axile de l'ovule et son mode d'innervation.

Dès la première indication du mamelon ovulaire, on voit au fond de l'ovaire se manifester des inégalités de croissance qui déterminent dans le sens transversal d'abord, puis dans le sens antéro-postérieur, des cloisons qui s'élèvent en soulevant l'ovule, constituant ainsi quatre loges incomplètes. Dans le cours de développement de ces cavités inférieures, le parenchyme de la région supérieure de l'ovaire s'accroît inégalement pour former quatre fentes correspondant comme position aux fentes inférieures de l'ovaire.

A la base du tégument unique et aux dépens du tissu parenchymateux du placenta on voit de bonne heure se développer en avant et en arrière de l'ovule des appendices en forme de cornes qu'on a regardés comme un *second tégument* incomplet. L'origine et le mode de développement de ces corps permettent à M. Nicoloff de les considérer comme des excroissances du placentaire. La fonction de ces corps n'est pas encore élucidée.

M. F.-Louis Perrot donne les détails suivants sur un *coucher de soleil remarquable*, qu'il a observé à Genève le 1er février 1902[1].

Passant le long du quai des Bergues un moment avant le coucher du soleil, il remarqua d'abord à l'occident une sorte d'échancrure comprise entre la calotte grise générale du ciel et l'horizon formé par les toits des maisons du côté de la Coulouvrenière. Cette échancrure était vivement colorée en rouge, sans qu'on pût d'abord y distinguer les contours du disque solaire. Peu à peu ce dernier, perçant la brume rouge, se détacha au milieu d'elle en plus clair. Quelques secondes après, le disque parut encerclé d'effluves blanchâtres qui embrassaient une partie de ses bords, tournant rapidement autour de lui, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, sautant aussi parfois brusquement de son bord inférieur à son bord supérieur, ou du bord gauche au bord droit, et vice-versa. Ces lueurs contrastaient par leur éclat blanc, rappelant la lumière électrique, avec le rouge du fond et le rose du disque, qui lui-même semblait palpiter. Le fond de l'échancrure présentait un état de mobilité indéfinissable. Cela dura environ cinq minutes, au cours desquelles l'observateur, désirant contrôler ses propres impressions visuelles, interrogea une personne, qui lui exprima son admiration au sujet des dimensions exagérées du disque et des apparen-

[1] Ce jour-là l'Observatoire indique : très forte bise le matin jusqu'à 7 heures du soir ; elle atteint une vitesse de 70 kilomètres à l'heure vers 10 heures du matin.

ces mobiles qui l'accompagnaient. Le spectacle était en effet très impressif et rappelait, avec autrement de majesté, certaines pièces d'artifice allumées dans la buée des feux de Bengale.

L'astre ayant disparu derrière les toits, le ciel conserva quelques minutes une intense coloration rouge foncé qui ne pourrait mieux être comparée qu'à la couleur carminée d'une flamme saturée d'un sel de lithium.

L'observateur ayant dû se transporter sur un autre point de la ville, constata que, cinq minutes après le coucher du soleil, le ciel ne présentait plus à l'horizon qu'une teinte jaune uniforme et sans caractères particuliers.

Pendant toute la durée du phénomène, l'éclat du soleil lui-même était tellement adouci que les yeux n'éprouvèrent aucune fatigue après cet examen relativement prolongé.

L'épaisseur des effluves, appréciée dans le sens du diamètre apparent du soleil, pouvait être, en moyenne, d'environ un sixième de ce diamètre ; elle variait du reste rapidement.

Il est intéressant de rapprocher cette observation de celle qui a été faite le 17 août 1901 à Saint-Malo par M. C. Gilault, de Poitiers (voir : Boîte aux lettres du journal *La Nature*, n° 1494, 11 janvier 1902). Cet observateur parle d'une zone dentée qui tournait autour du soleil, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, peu d'instants avant le coucher de l'astre.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

PHYSIQUE DU GLOBE

ANDREAS HOLMSEN. ISFORHOLDENE VED NORSKE INDSJOER. CONGÉLATION DES LACS DE NORVÈGE. — Christiania, 1902, un vol. gr. in-8, 271 p. et 12 planches.

L'Université de Christiania a couronné l'important travail de l'ingénieur A. Holmsen, directeur du service des canaux de Norvège. Un court résumé en montrera l'intérêt.

Après une introduction sur la littérature indigène et étrangère du sujet, M. Holmsen donne un tableau comparatif des dates et de la durée de la congélation de 101 lacs, avec les indications nécessaires de leur position géographique : latitude, altitude, superficie, profondeur. On y voit des différences considérables dans la date de la prise du lac qui varie d'octobre à février (5 mois), moins considérables dans la date de la débacle qui varie seulement d'avril à juin (3 mois) « Certains lacs de la côte sud-ouest ne sont couverts de glace que très exceptionnellement. En général il semble que les lacs les plus élevés en altitude et en latitude se congèlent les premiers, de même que les lacs situés près du littoral subissent plus tard que ceux de l'intérieur l'action de la gelée. Mais cette règle a tellement d'exceptions qu'il est fort difficile de s'y tenir. Il y a en Norvège des lacs situés sur des montagnes très élevées et qui ne sont que fort tard couverts par la glace ; il y en a dans la partie la plus septentrionale du pays qui ne se prennent que longtemps après les lacs de la partie sud, et nous pourrions trouver beaucoup d'exemples où des lacs du littoral ont été congelés bien avant les lacs de l'intérieur ». La durée moyenne de la congélation des divers lacs varie de 0 à 33 semaines.

L'auteur étudie les facteurs qui déterminent la congélation. Le plus important, celui dont l'action est domi-

nante, est la température de l'air; plus l'atmosphère est froide, plus la congélation est hâtive et de longuedurée. La nébulosité ne joue pas un rôle constant dans la congélation des lacs; cependant la prise soudaine d'un lac assez refroidi pour être prêt à la congélation, a lieu le plus souvent pendant une nuit sereine et calme. Les vagues du vent retardent la congélation en mettant obstacle à l'adhérence des aiguilles de glace et en mélangeant les couches d'eau de températures différentes. L'action de la profondeur est mise en évidence par un calcul qui donne le nombre de semaines écoulées entre le moment où la température atmosphérique est descendue au-dessous de zéro et celui où le lac a été congelé. Cette durée est en moyenne :

De 1 ½ à 3 semaines pour les lacs peu profonds, de moins de 30 m.

De 4 à 8 semaines pour les lacs moyennements profonds, de 30 à 100 m.

De 10 à 12 semaines pour les lacs très profonds, de 100 m. et plus.

Quant aux autres facteurs, affluents du lac, courants de ses eaux, forme et étendue de la surface, relief de la contrée environnante, leur effet est minime ou secondaire, dans les grands lacs tout au moins.

M. Holmsen étudie avec soin les lacs *polaires* de la classification de Forel, les lacs dont la température ne s'élève jamais au-dessus de 4° (le maximum de densité de l'eau). Ces lacs se retrouvent dans les hautes montagnes, là où l'effet de l'altitude se joint à celui d'une latitude élevée pour créer un climat polaire : quelques uns de ces lacs ne dégèlent pas toutes les années.

M. Holmsen traite ensuite de la formation de la glace; la production des aiguilles de glace, leur aggrégation en glaçons ou en lames. L'épaisseur de la glace des lacs varie peu : elle atteint en général de 40 à 50 cent.; elle s'élève parfois jusqu'à 70 cent.

Le dégel ou la débâcle arrivent lorsque la température de l'air dépasse notablement zéro degré. La date de la debâcle est en rapport plus intime avec la température de l'air

que la prise par congélation du lac. Les facteurs locaux, profondeur de l'eau en particulier, ont moins d'importance que pour la congélation; l'action du vent, sitôt qu'une trouée est faite à la nappe de glace, peut en revanche être importante pour accélérer la libération définitive du lac.

La date de la débâcle est si bien en relation avec les éléments géographiques, que l'auteur a pu donner dans une carte les courbes exprimant la date du phénomène. Cette date est d'autant plus reculée que le lac est situé plus loin des côtes, à une latitude plus élevée, à une altitude plus considérable.

Ce compte-rendu, qui résume brièvement les conclusions générales du livre, fera deviner le nombre énorme d'observations qui y sont analysées. C'est un bel et bon travail de physique du globe, rempli d'aperçus nouveaux et intéressants. Ajoutons que les conclusions sont condensées en huit pages de langue française, ce qui les met à la portée plus facile des lecteurs occidentaux.

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

C. Radzikowski. Contribution a la physiologie de la digestion. III. Une substance purement accélératrice de la sécrétion gastrique (*Pflüger's Arch.*, 84, 513-526, 26/3, Lausanne).

L'auteur démontre que l'alcool est une combinaison purement accélératrice de la sécrétion gastrique et complètement dépourvue de propriétés pepsinogènes. Comme tous les corps offrant cette propriété il développe surtout son activité dans les applications locales sur la muqueuse stomacale.

M. Cloetta. Sur la préparation et la composition des glycosides de la digitale (*Arch. exp. Pathol. u. Pharmak.*, 45, 425-446, 19/4, Zurich).

I. Digitonine cristallisée. — L'auteur prépare ce corps de

la manière suivante : une solution de digitalinum germanicum dans de l'alcool à 90 % est traitée par l'éther. Il se dépose ainsi un mélange de digitonine amorphe et de digitonine cristallisée. Ce précipité est redissous dans l'eau chaude, et, après addition d'alcool, la liqueur est agitée avec de l'éther ; elle abandonne alors la digitonine cristallisée que l'on purifie tout à fait en répétant plusieurs fois ce traitement. La substance obtenue de cette manière ne fournit plus de coloration rouge avec l'acide chlorhydrique concentré, mais une teinte jaune qui passe peu à peu au vert olive.

II. Digitonine amorphe. — Elle s'obtient en redissolvant dans l'alcool à 90° le résidu laissé par l'évaporation des eaux-mères de la digitonine cristallisée, et en traitant ensuite la liqueur par l'éther. Pour purifier le précipité formé, on le redissout dans un mélange à parties égales d'alcool et de chloroforme, et on additionne la solution d'un excès d'éther. Il se dépose ainsi une poudre hygroscopique blanche, très soluble dans l'eau, qui fournit, sous l'influence de l'acide chlorhydrique concentré, une belle coloration rouge.

BIOLOGIE

M. J. Costantin. L'Hérédité acquise. — 1 vol. in-8. Paris 1901.

Ce petit volume contient un exposé à la fois succinct et clair des principaux arguments qu'on peut faire valoir à l'appui de la théorie controversée de l'hérédité des caractères acquis sous l'influence du milieu. On y trouvera la discussion d'une foule d'observations et d'expériences se rattachant au sujet et tirées soit de la botanique, soit de la zoologie. L'auteur insiste sur les conséquences pratiques de la théorie pour l'agriculture, l'horticulture et la médecine, et répond, chemin faisant, aux objections fondamentales des négateurs de l'action héréditaire du milieu, tels que M. Weissmann.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS DE

D'AVRIL 1902

Le 1er, très forte rosée le matin.
2, faible pluie à 11 h. 30 m. et à 1 h. 15 m.
3, pluie dans la nuit et à 9 h. du soir; fort vent à 1 h. du soir.
4, faible pluie dans la nuit et dans la matinée; fort vent à 1 h. du soir; lumière zodiacale assez intense, elle s'étend jusqu'aux Gémeaux.
5, très forte rosée le matin; fort vent à 4 h. du soir.
6, fort vent à 1 h. du soir.
7, très forte bise du matin jusqu'à 7 h. du soir.
9, pluie depuis 4 h. du soir.
10, pluie dans la nuit et depuis 4 h. du soir.
11, pluie dans la nuit et à 4 h. du soir.
14, forte rosée le matin.
15, fort orage depuis 6 h. 45 m.; pluie à 7 h. du soir.
16, pluie dans la nuit et depuis 3 h. du soir; orage de 4 h. 30 m. à 5 h. 30 m. du soir.
17, forte pluie dans la nuit et jusqu'à 4 h. du soir.
19, très forte rosée le matin.
20, forte rosée le matin; pluie à 7 h. et à 9 h. du soir.
21, rosée le matin.
22, forte rosée le matin.
23, pluie dans la nuit et à 7 h. du matin.
24, orage de 5 h. à 5 h. 15 m.; pluie depuis 5 h. du soir; arc-en-ciel lunaire double à 11 h.
25, pluie dans la nuit.
26, pluie depuis midi 30 m.
27, pluie dans la nuit; forte bise depuis 1 h. du soir.
28, forte bise jusqu'à 4 h. du soir; légère averse à 9 h. du matin.
29, forte bise à 7 h. du matin; pluie à 10 h. du matin et à 1 h. du soir.
30, forte bise à 10 h. du matin et à 7 h. du soir.

GENÈVE — AVRIL 1902

Jour du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	23.4	20.9	19.1	21.53	- 3.00	19.0	24.8	S. 0	N. 1	SSW. 1	var.	5.2	0	1	8	4	9.8	....	....
2	19.8	20.6	21.0	20.16	- 4.36	19.5	21.4	N. 1	SSW. 1	NW. 0	SSW. 1	6.2	10	10	10	10	....	2.8	1
3	22.7	22.8	23.4	22.58	- 1.93	21.3	24.6	SW. 0	SSW. 2	SSW. 1	SSW. 1	10.0	9	8	10	9	2.6	0.8	½
4	26.4	27.4	28.1	26.80	+ 2.30	24.6	28.2	SSW. 1	SSW. 2	S. 0	SSW. 1	10.4	10	4	0	4	7.8	0.1	....
5	27.4	25.4	23.8	25.83	+ 1.34	23.3	27.8	E. 0	SSW. 1	S. 0	SSW. 1	5.2	0	0	0	0	10.7	....	....
6	23.5	23.7	26.1	24.19	- 0.30	23.1	26.5	SW. 1	WSW 2	N. 1	WSW. 1	10.4	2	9	4	6	6.5	....	....
7	27.8	26.9	28.4	27.42	+ 2.94	26.6	28.5	NNE. 2	NNE. 3	NNE. 1	NNE. 3	**20.8**	10	0	0	0	10.8	....	....
8	28.8	27.5	26.4	27.55	+ 3.07	25.8	28.9	N. 1	N. 1	N. 1	NNE. 1	5.2	7	1	9	4	7.7	....	....
9	26.0	25.0	25.2	25.39	+ 0.91	24.1	26.0	E. 0	NE. 1	SW. 1	var.	5.1	10	10	10	10	1.3	5.0	3
10	23.9	22.5	21.5	22.92	- 1.57	20.8	25.4	N. 1	N. 1	NW. 0	N. 1	4.4	6	10	10	9	....	3.6	7
11	21.0	20.8	21.7	21.10	- 3.39	20.7	21.9	N. 0	N. 0	W. 0	N. 1	4.2	10	10	10	9	2.4	1.0	2
12	22.4	21.5	20.3	21.39	- 3.11	20.0	22.5	N. 0	N. 1	W. 0	var.	5.1	10	6	9	8	7.1	...	....
13	22.2	22.2	23.0	22.10	- 2.41	21.0	23.9	SW. 0	N. 1	SW. 0	var.	2.5	10	7	9	5	4.9	....	....
14	22.9	21.8	20.5	21.87	- 2.65	20.3	23.4	S. 0	N. 1	SW. 0	N. 1	2.9	2	10	10	8	5.2	....	....
15	21.1	20.3	21.3	20.66	- 3.87	19.2	21.4	N. 1	N. 1	S. 0	N. 1	4.2	10	6	10	9	7.2	9.4	½
16	22.2	21.9	23.5	22.19	- 2.36	21.0	23.5	N. 0	N. 1	S. 0	var.	2.9	9	10	10	9	3.2	**44.9**	9
17	24.3	25.7	26.7	25.11	+ 0.55	23.5	26.9	SW. 0	SW. 0	SW. 0	calme	1.1	10	10	10	10	....	6.2	7
18	26.6	27.0	26.9	26.63	+ 2.05	26.2	27.1	NNE. 1	NNE. 1	N. 0	NNE. 1	5.2	10	9	10	10	0.5	....	....
19	27.7	27.4	28.0	27.48	+ 2.88	26.6	28.2	N. 0	N. 1	N. 1	N. 1	3.3	1	4	7	5	7.6	....	....
20	29.3	29.0	31.8	29.62	+ 5.00	28.4	32.1	N. 0	SSW. 1	NW. 0	var.	6.9	8	7	10	8	5.6	1.3	1
21	32.7	31.2	28.9	**31.10**	+ **6.46**	28.8	**32.7**	NW. 0	N. 1	SW. 0	N. 1	4.6	6	2	0	2	**11.5**	....	....
22	26.8	23.6	22.6	24.75	+ 0.08	22.0	28.3	NE. 1	NNE. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.3	1	7	10	7	9.9	1.3	1
23	23.5	23.5	23.4	23.30	- 1.39	22.7	23.8	S. 0	N. 1	N. 1	N. 1	7.3	10	10	10	10	....	0.8	....
24	23.8	24.9	27.6	24.84	+ 0.12	23.1	27.6	N. 1	N. 1	N. 1	N. 1	6.9	10	5	10	8	6.3	26.0	6
25	27.3	25.3	23.2	25.56	+ 0.81	22.2	27.5	SE. 0	N. 1	W. 0	var.	3.3	1	5	10	5	10.2	....	....
26	20.0	18.4	19.3	19.65	- 5.13	18.2	22.4	W. 0	NW. 1	N. 1	var.	2.1	8	10	10	9	2.8	8.4	9
27	19.0	18.3	17.7	**18.34**	- **6.47**	**17.0**	19.2	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	14.6	5	2	10	5	9.7	....	...
28	18.8	20.2	20.2	19.35	- 5.49	18.0	20.2	NNE. 2	NNE. 2	NE. 0	NNE. 2	16.7	10	10	10	10	....	....	....
29	20.7	22.2	23.3	21.60	- 3.28	20.1	23.7	NNE. 2	N. 0	W. 0	NNE. 1	10.4	10	10	0	6	3.0	0.2	....
30	25.1	24.9	25.6	24.84	- 0.07	24.0	25.7	NNE. 1	NNE. 1	ENE. 1	NNE. 1	10.4	0	5	0	3	11.2	....	...
Mois	24.24	23.76	23.95	23.86	- 0.91							6.86	6.5	6.6	7.5	6.8	165.5	111.8	47

GENÈVE — AVRIL 1902

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 4.0	+13.1	+14.0	+ 9.64	+ 2.81	+ 3.0	+18.7	97	57	66	77	+ 5	50	97	6.1	- 1.2	1200
2	11.1	13.9	10.1	12.02	+ 6.05	9.0	16.1	70	65	88	73	+ 1	60	89	6.0	- 1.3	1175
3	10.1	18.2	14.2	13.55	+ **6.45**	9.0	18.8	93	51	74	73	+ 2	51	93	6.3	- 1.1	1180
4	11.8	15.8	9.2	12.55	+ 5.31	7.9	17.0	77	42	70	60	-11	42	77	6.7	- 0.8	1177
5	9.4	16.8	10.6	10.69	+ 3.31	2.9	17.9	84	28	43	60	-11	28	95	7.2	- 0.4	1205
6	11.0	17.0	7.4	11.48	+ 3.67	5.5	17.9	64	41	55	60	-11	41	80	...	.....	1165
7	3.8	8.8	6.4	**6.29**	- 1.36	2.3	10.0	61	43	54	55	-16	43	67	7.4	- 0.3	1200
8	3.0	8.4	7.6	**6.29**	- 1.50	**2.1**	11.8	82	56	65	67	- 4	43	82	6.7	- 1.1	1158
9	5.0	10.8	8.2	7.86	- 0.07	3.3	12.5	81	51	86	72	+ 1	51	85	6.8	- 1.1	1183
10	6.8	11.6	9.0	8.77	+ 0.70	6.1	12.5	91	66	95	85	+15	66	93	7.1	- 0.9	1172
11	8.1	12.0	11.1	10.35	+ 2.14	7.2	15.8	96	78	86	86	+16	73	96	7.3	- 0.8	1180
12	9.0	13.6	12.1	12.10	+ 3.75	8.2	17.2	92	75	79	78	+ 8	51	92	7.0	- 1.2	1135
13	10.6	16.7	13.7	13.76	+ 5.27	8.9	20.0	84	41	73	69	- 1	41	84	...	.....	1085
14	9.4	15.6	14.0	12.45	+ 3.82	6.9	17.7	88	63	76	76	+ 6	63	88	7.5	- 0.9	1130
15	11.1	16.8	12.5	13.06	+ 4.29	9.7	21.0	89	55	90	78	+ 8	48	97	8.5	0.0	1150
16	11.3	15.4	11.0	12.51	+ 3.60	10.0	18.0	93	69	98	87	+17	69	98	8.7	+ 0.1	1157
17	10.0	11.4	10.0	10.44	+ 1.39	9.8	12.2	95	90	95	**92**	**+22**	87	97	9.2	+ 0.5	1180
18	9.5	11.6	12.2	11.00	- 1.81	8.7	14.0	95	75	78	82	+12	71	95	9.3	+ 0.5	1200
19	9.0	15.4	13.6	12.46	+ 3.12	7.3	17.9	91	63	76	74	+ 4	60	91	9.7	+ 0.9	1 05
20	12.9	20.9	11.8	**14.44**	+ 4.96	9.7	**22.2**	84	43	86	72	+ 2	43	84	...	...	1165
21	11.8	16.2	13.1	13.78	+ 4.16	10.2	18.2	87	51	82	72	+ 2	50	87	11.2	+ 2.2	1205
22	10.2	17.2	15.0	13.50	+ 3.74	6.8	22.0	82	60	49	69	0	41	82	11.4	+ 2.2	1205
23	11.0	14.4	12.2	12.67	+ 2.76	10.3	16.2	92	73	86	81	+12	73	92	11.0	+ 1.7	1210
24	11.8	16.3	10.8	12.99	+ 2.94	10.7	17.9	83	60	100	77	+ 8	53	100	11.4	+ 2.0	1220
25	10.9	17.2	15.1	14.19	+ 3.99	8.3	21.3	95	59	72	77	+ 8	51	98	12.0	+ 2.5	1197
26	13.0	18.0	11.2	13.38	+ 3.04	10.1	18.8	86	63	93	81	+12	63	100	12.4	+ 2.8	1219
27	11.4	14.9	12.3	12.31	+ 1.83	9.9	16.2	90	70	74	80	+11	68	95	...	.....	1205
28	6.7	7.1	8.1	8.11	- 2.52	5.9	12.2	68	71	71	67	- 2	60	71	12.5	+ 2.7	1230
29	5.2	6.8	6.2	7.29	- **3.48**	5.4	10.2	74	63	74	69	0	62	82	11.9	+ 2.0	1230
30	+ 6.9	+12.6	+ 8.3	+ 8.56	- 2.36	+ 3.2	+13.8	46	27	52	**48**	**-21**	**27**	67	12.1	+ 2.1	1220
Mois	+ 9.08	+14.15	+11.05	+11.27	+ 2.30			84	58	76	73	+ 3			8.98	+ 0.20	1185

MOYENNES DE GENÈVE. — AVRIL 1902

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	24.84	24.70	24.98	24.86	24.26	23.64	23.82	24.41	24.44
2e »	23.63	23.54	23.96	24.16	23.77	23.18	23.70	24.56	23.81
3e »	23.74	23.52	23.79	23.74	23.24	22.54	22.91	23.18	23.33
Mois	24.07	23.92	24.24	24.25	23.76	23.12	23.48	24.05	23.86

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc.	+ 7.67	+ 6.69	+ 7.26	+10.91	+13.44	+13.45	+10.53	+ 9.12	+ 9.88
2e »	+10.27	9.30	10.09	13.09	14.94	15.57	12.94	11.86	12.26
3e »	+10.23	9.50	9.89	12.09	14.07	14.59	12.16	10.89	11.68
Mois	+ 9.39	+ 8.50	+ 9.08	+12.03	+14.15	+14.54	+11.88	+10.62	+11.27

Fraction de saturation en %.

1re décade	79	83	80	64	50	54	64	72	68
2e »	87	89	91	74	65	64	80	84	79
3e »	80	80	80	70	60	58	73	77	72
Mois	82	84	84	69	58	59	72	78	73

Dans ce mois l'air a été calme 311 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{99}{33} = 3.00$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 0°.6 E.
Son intensité est égale à 34.9 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		723.98
Nébulosité		6.9
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+11°.43
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+11°.33
Fraction de saturation		73 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875)	724.77
Nébulosité	(1847-1875).	5.8
Hauteur de pluie	(1826-1875).	56mm.8
Nombre de jours de pluie	(id.).	11
Température moyenne	(id.).	+8°.97
Fraction de saturat.	(1849-1875).	70 %

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS DE

AVRIL 1902

Le 2, brouillard le soir; grande sécheresse de l'air, 10 °/₀ à 11 h. du matin.
3, neige le matin.
4, neige et brouillard; grande sécheresse de l'air, 7 °/₀ à 11 h. du soir.
5, grande sécheresse de l'air, 6 °/₀ à 1 h. du matin.
6, neige le matin et brouillard le soir.
7, brouillard le matin.
9, brouillard le matin; neige le soir.
10, brouillard le matin; neige depuis 1 h. du soir.
11, brouillard pendant tout le jour; neige.
12, brouillard pendant tout le jour; neige.
15, brouillard le matin.
16, neige.
17, brouillard et neige.
18, brouillard le matin; neige.
21, brouillard le matin.
23, neige le matin.
24, brouillard le matin et à 1 h. du soir: neige.
25, neige.
26, brouillard pendant tout le jour.
27, brouillard le soir; neige.
28, neige le matin; brouillard le soir.
29, brouillard depuis 1 h. du soir: neige.

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

GRAND SAINT-BERNARD — AVRIL 1902

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	61.3	61.8	61.6	61.6	+ 1.2	61.2	62.0	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	2	7	3	....	....
2	61.0	61.5	61.9	61.5	+ 1.1	59.9	62.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	5	8	10	8	....	....
3	61.9	62.5	63.1	62.5	+ 2.0	61.9	63.1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	8	9	9	3.6	4
4	63.2	64.0	65.1	64.1	+ 3.6	63.2	65.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	0	7	11.5	8
5	63.9	63.9	62.9	63.6	+ 3.0	62.5	64.8	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	0	0	1	0	....	....
6	61.5	61.5	61.1	61.4	+ 0.8	60.9	62.5	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	10	9	10	10	....	....
7	60.1	61.5	62.9	61.5	+ 0.8	60.0	62.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	0	0	3	....	....
8	62.8	63.6	63.7	63.4	+ 2.6	62.8	63.7	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	0	0	0	....	....
9	62.9	62.9	63.1	63.0	+ 2.1	62.5	63.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	3	10	8	....	....
10	62.2	62.3	61.4	62.0	+ 1.1	61.0	62.5	SW. 1	SW. 2	SW. 3	SW. 2	10	10	10	10	16.2	**17**
11	60.6	61.1	60.9	60.9	- 0.1	60.3	61.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	12.0	7
12	61.6	61.8	61.2	61.5	+ 0.4	60.0	62.0	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	10	10	10	10	1.5	2
13	61.1	62.2	62.7	62.0	+ 0.9	61.0	63.0	SW. 1	SW. 1	NE. 1	SW. 1	7	1	0	3	....	....
14	62.8	62.9	62.5	62.7	+ 1.5	62.0	63.1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	6	9	5	....	....
15	62.5	62.8	62.9	62.7	+ 1.4	62.3	63.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	9	9	9	....	....
16	62.5	62.5	62.6	62.5	+ 1.1	62.4	62.8	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	5	3	8	5	4.0	4
17	62.0	63.0	63.2	62.7	+ 1.2	61.8	63.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	9	10	7.0	6
18	63.2	63.4	64.8	63.8	+ 2.3	63.0	65.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	6	7	8	15.0	....
19	65.6	66.7	68.5	66.9	+ 5.3	65.0	69.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	5	7	8	7	....	....
20	68.0	68.6	68.8	**68.5**	+ **6.8**	67.8	69.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	5	5	7	6	....	....
21	69.1	68.7	67.6	**68.5**	+ 6.7	67.0	**69.3**	SW. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	4	1	5	....	....
22	65.2	64.8	63.3	64.4	+ 2.5	63.0	66.1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	0	1	2	1	....	....
23	62.3	62.7	62.8	62.6	+ 0.6	62.0	63.1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	9	9	9	....	....
24	63.6	64.4	66.0	64.7	+ 2.6	63.4	66.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	7	9	**18.3**	13
25	65.8	65.4	64.3	65.2	+ 3.0	63.5	65.9	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	3	7	9	6	4.2	5
26	60.7	59.6	58.9	59.7	- 2.6	58.4	62.5	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	....	....
27	58.2	58.7	58.3	58.4	- 3.9	58.0	59.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	7	7	10	8	8.5	7
28	57.1	57.9	58.2	**57.7**	- 4.7	**56.9**	58.2	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	....	....
29	57.0	57.5	58.6	**57.7**	- **4.8**	57.0	58.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	10	10	8	14.0	12
30	58.8	59.6	61.3	59.9	- 2.7	58.8	61.5	NE. 1	NE. 2	NE. 2	NE. 2	3	2	7	4	....	....
Mois	62.28	62.66	62.81	62.58	+ 0.95							6.8	6.2	7.0	6.7	115.8	85

GRAND SAINT-BERNARD — AVRIL 1902

Jour du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 0.5	+ 6.3	- 1.3	+ 1.5	**+ 7.0**	- 1.5	+ 8.0	49	12	76	46	10	95
2	- 0.3	+ 3.4	- 1.3	+ 0.6	+ 6.0	- 4.5	+ 5.2	39	18	95	61	39	96
3	- 1.1	+ 0.9	- 0.1	- 0.1	+ 5.1	- 1.8	+ 1.2	95	87	80	87	73	96
4	- 1.1	+ 1.1	- 1.6	- 0.5	+ 4.6	- 2.0	+ 2.4	80	82	11	58	7	90
5	- 1.5	+ 8.0	- 1.3	+ 1.7	+ 6.7	- 2.0	**+ 8.5**	29	20	29	**26**	**6**	70
6	- 1.1	+ 2.8	- 4.9	- 1.1	+ 3.8	- 5.0	+ 5.0	87	68	96	84	50	98
7	- 9.1	- 3.7	- 7.7	- 6.8	- 2.0	-10.0	- 2.7	94	56	62	71	12	95
8	- 8.1	+ 0.1	- 5.3	- 4.1	+ 0.2	-10.0	+ 2.0	26	18	65	36	15	82
9	- 7.1	- 3.9	- 5.1	- 5.1	- 0.9	- 8.5	- 3.9	96	88	95	93	76	96
10	- 5.2	- 5.3	- 6.3	- 5.6	- 1.2	- 6.5	- 5.0	94	95	95	95	93	96
11	- 6.9	- 4.1	- 4.7	- 5.2	- 1.0	- 7.0	- 1.0	94	95	96	95	93	97
12	- 4.7	- 0.9	- 2.3	- 2.6	+ 1.5	- 5.0	0.0	97	95	95	**96**	90	98
13	- 1.8	+ 2.7	- 1.1	- 0.1	+ 3.9	- 3.5	+ 4.2	95	67	80	81	55	95
14	- 0.2	+ 2.2	+ 0.4	+ 0.8	+ 4.6	- 1.9	+ 2.7	73	68	87	76	60	90
15	- 0.8	+ 1.5	+ 1.3	+ 0.7	+ 4.4	- 0.9	+ 3.0	97	85	80	87	75	97
16	+ 1.1	+ 4.9	+ 0.6	**+ 2.2**	+ 5.8	+ 0.2	+ 5.5	89	64	95	83	60	97
17	+ 0.2	+ 1.8	- 0.9	+ 0.4	+ 3.8	- 1.0	+ 4.8	92	87	91	90	60	95
18	- 0.1	+ 2.7	- 0.3	+ 0.8	+ 4.1	- 2.0	+ 5.0	95	71	90	85	60	95
19	- 0.8	+ 1.4	+ 0.9	+ 0.5	+ 3.6	- 2.0	+ 4.2	77	77	86	80	63	95
20	- 0.6	+ 2.1	+ 0.2	+ 0.7	+ 3.7	- 1.4	+ 3.5	91	70	90	84	58	93
21	- 0.9	+ 3.5	+ 0.1	+ 0.9	+ 3.8	- 1.0	+ 6.0	95	66	72	78	52	95
22	- 0.3	+ 1.3	+ 1.7	+ 1.9	+ 4.6	- 1.0	+ 4.8	80	46	81	69	34	90
23	- 0.7	+ 2.1	- 0.7	+ 0.2	+ 2.8	- 0.8	+ 3.2	94	84	95	91	61	95
24	- 1.5	- 0.3	- 0.9	- 0.9	+ 1.5	- 1.7	0.0	94	92	90	92	70	94
25	- 1.0	+ 1.1	+ 0.2	+ 0.1	+ 2.1	- 2.0	+ 2.4	75	84	95	85	69	96
26	- 0.4	+ 0.5	- 1.0	- 0.3	+ 1.8	- 1.0	+ 0.5	98	91	95	95	83	**99**
27	- 0.5	+ 0.7	- 1.0	- 0.3	+ 1.7	- 3.0	+ 2.0	96	62	90	83	61	97
28	- 1.1	- 1.9	- 3.1	- 2.0	- 0.1	- 3.2	- 0.3	94	92	94	93	80	96
29	- 2.5	+ 0.4	- 6.0	- 2.7	- 1.0	- 6.3	+ 1.4	93	86	90	90	80	95
30	- 9.5	- 4.5	- 7.4	**- 7.1**	**- 5.5**	**-10.2**	- 3.8	89	37	95	74	30	96
Mois	- 2.27	+ 1.01	- 1.96	- 1.07	+ 2.20			83	70	83	79		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — AVRIL 1902

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %.**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	62.08	62.55	62.68	62.46	69	57	70	66
2e »	62.99	63 50	63.81	63.42	90	78	89	86
3e »	61.78	61.93	61.93	61.88	91	74	90	85
Mois	62.28	62 66	62.81	62.58	83	70	83	79

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 3.51	+ 0.97	— 3.49	— 2.01	— 2.38
2e »	— 1.46	+ 1.46	— 0.59	— 0 18	— 0.29
3e »	— 1.84	+ 0 59	— 1.81	— 1.02	— 1.22
Mois	— 2.27	+ 1.01	— 1.96	— 1.07	— 1.29

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{23}{73} = 0.32$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° W.
Son intensité est égale à 55.6 sur 100.

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CÉLIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	79.7	75.7	84.8	107.6	63.5	?	79.5

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	98.4	111.8	108.1	79.3	....	82.1

Durée totale de l'insolation à Jussy : ...h..

FLUORESCENCE INVISIBLE

PAR

Henri DUFOUR

Professeur à l'Université de Lausanne.

Les expériences suivantes ont été faites avec des substances radioactives fournies par la Société centrale de produits chimiques (ancienne maison Rousseau) à Paris. Ces substances sont désignées sous le nom de Chlorure de Baryum et de Radium, activité 240 et activité 1000 : elles sont arrivées de la fabrique dans des tubes de verre scellés à la lampe, chaque tube contenant un gramme de substance d'activité 240, la quantité de substance à l'activité 1000 est de gr. 0.2 seulement. Ces chlorures sont lumineux, l'intensité de leur lumière visible ne paraît pas avoir changé pendant la durée des expériences ; le plus ancien des tubes date de juin 1900 ; les tubes ont été ordinairement à l'obscurité, mais beaucoup de manipulations ont été faites avec eux à la lumière du jour et ils ont souvent été abandonnés sur des tables pendant des journées sans aucune protection contre l'action de la lumière. Le plus grand nombre des expériences sur les actions photographiques des radiations directes ou transformées ont été faites avec des plaques Lumière ordinaires

développées à l'hydroquinone. Enfin nous devons expressément remarquer que les substances radioactives que nous avons employées n'on jamais été exposées à l'air dans les salles du laboratoire ; les tubes sont restés scellés, il n'y a donc jamais eu d'action directe des substances radioactives sur l'air des locaux dans lesquels les expériences ont été faites.

Nous constatons tout d'abord que les tubes scellés d'activité 240 et 1000 n'ont qu'une action très faible pour décharger un électroscope, soit qu'on les fixe directement sur l'électroscope ou qu'on les place entre deux plateaux d'un condensateur dont l'un communique avec l'électroscope et l'autre avec le sol.

Action sur l'air. — Les radiations émises par le verre du tube sous l'action du chlorure de radium ou transmises par lui, agissent sur l'air pour le rendre radioactif. C'est ce qu'ont montré les expériences suivantes :

1° Le tube de verre (240) est placé dans l'axe d'un tube plus gros dont l'extrémité est courbée à angle droit et débouche au-dessus d'une plaque photographique placée horizontalement dans une caisse noire. Un courant d'air fourni par une trompe et dont le débit est mesuré par un compteur à gaz puis desséché par de l'acide sulfurique, circule dans le tube et passe ainsi autour du tube radioactif avant d'arriver à la plaque ; le tube radioactif ne voit pas la plaque, l'air parcourt 10 à 12 centimètres depuis le tube actif jusqu'à la plaque.

En faisant passer 6290 litres d'air en 23 heures autour du tube d'activité 240, on obtient une tache noire intense devant l'orifice d'arrivée de l'air.

Le résultat est le même avec le tube d'activité 1000, la quantité d'air qui a passé est de 14,100 litres en 28 heures, l'empreinte noire est très forte devant l'orifice, puis autour du tube d'écoulement, tandis que l'intervalle compris entre l'extrémité du tube et la plaque est plus clair; c'est dans cette région que la vitesse de circulation de l'air s'échappant en lame mince, est la plus grande. Dans cette expérience, l'air qui avait passé sur le tube radioactif traversait un tampon de ouate avant de sortir du tube, cela pour retenir les poussières qui auraient pu être entraînées.

2° *Expériences analogues.* — On a constaté tout d'abord que l'air circulant dans les appareil précédents, n'a aucune action sur la plaque photographique lorsqu'il n'y a pas de tube radioactif sur son passage.

En introduisant sur le passage de l'air de la tournure de zinc fraîchement préparée, on constate que la plaque photographique est impressionnée après avoir été soumise à l'action du courant d'air; 10000 litres ont circulé en 24 heures. Le même résultat est obtenu par l'action de l'air traversant de la tournure d'aluminium, la plaque photographique est fortement impressionnée.

L'impression d'une plaque photographique est très nette sous l'action d'une plaque de zinc amalgamée, sur laquelle on a buriné les lettres : Zinc : elle est nette également sous l'action d'une plaque d'aluminium sur laquelle on avait gravé en 1899 le mot : Alumin. et qui était restée dès lors exposée à l'air.

On constate de même une action directe de la limaille de zinc posée sur la plaque photographique; elle se manifeste sous la forme d'un voile grisâtre uniforme, dû, semble-t-il, aux vapeurs, sur lequel se détachent

des points noirs correspondant aux points de contact direct du métal et de la surface sensible[1].

L'expérience a montré, comme on pouvait le prévoir, que les limailles de zinc et d'aluminium enfermées, comme les substances radioactives, dans des tubes de verre, n'exercent aucune action sur l'air qui circule autour d'elles et que le contact des tubes sur une plaque photographique n'en a pas davantage.

Ajoutons enfin qu'un tube radioactif laissé en contact pendant sept jours avec une plaque de verre, n'a donné à la plaque aucune propriété nouvelle appréciable, elle est sans action sur la plaque photographique. Nous avons constaté de même qu'un tube de verre qui avait contenu pendant six mois un gramme de substance radioactive (240), n'a exercé aucune action sur la plaque photographique après qu'on eut enlevé la substance et essuyé, mais non lavé, le tube.

Rayonnement et transformation des radiations. — La direction rectiligne du rayonnement émis par un de ces tubes, a été constatée avec le tube de verre sans enveloppe ou enveloppé de papier rouge ou noir imperméable aux radiations lumineuses, il n'a pas été modifié en vernissant entièrement en noir le tube de verre, enfin on a constaté la même émission rectiligne en plaçant la poudre radioactive dans un tube d'aluminium fermé. La direction des rayons était fixée par l'expérience du prince Galitzine, c'est-à-dire en posant sur la plaque photographique sensible un carton mince hérissé d'épingles plantées verticalement, les ombres

[1] M. Rutherford a déjà signalé ces faits qu'il attribue à une émission de vapeurs du métal.

de ces épingles se projettent sur la plaque lorsqu'on place au-dessus et à une certaine hauteur, un tube radioactif vertical dont l'extrémité inférieure seule agit, le reste du tube étant enveloppé de plomb. Les directions des ombres sont toujours celles qu'elles auraient avec une source lumineuse de même forme occupant la même position, aussi longtemps qu'aucune substance transformatrice ou absorbante n'est interposée entre le tube et la plaque.

Dans ce dernier cas, les choses changent, comme le montre l'expérience suivante. Sur une plaque photographique 13 × 18, enveloppée d'un papier noir et d'un papier rouge, on a placé verticalement, au milieu de la plaque, un tube radioactif (240) ; tout autour du tube et distribués sur un ovale, on a posé quatorze objets différents, entr'autres des morceaux de plomb, de zinc, d'aluminium, de laiton, de fer, de paraffine, d'ébonite, de bois, d'agathe, un petit flacon vide et un flacon semblable contenant une substance radioactive d'activité 100. Tous ces corps ont projeté leur ombre géométrique, mais des transformations de radiations et de nouvelles émissions de radiations ont été produites par plusieurs d'entre eux.

La substance d'activité 100 a naturellement produit une impresion énergique au-dessous d'elle et légèrement voilé l'ombre géométrique que projette le flacon sous l'action du tube de 240. Le plomb a émis des radiations au-dessous de lui, mais son ombre géométrique est claire ; le zinc se comporte comme le plomb, mais l'ombre est moins claire : le cylindre d'aluminium protège parfaitement la plaque au-dessous de lui, mais émet des radiations derrière lui ou laisse passer des

radiations dans son ombre géométrique. La paraffine est très transparente et ne fait presque pas écran. Le tube d'ébonite et le cylindre de bois impressionnent la place sur laquelle ils reposent, tandis que l'agathe protège la plaque aux points où elle la touche, mais l'ombre qu'elle projette est voilée de rayons émis par sa surface, ou qui l'ont traversée.

La complexité de ces apparences nous a engagé à faire quelques expériences plus complètes sur l'émission et la transmission des radiations des corps éclairés par les substances radioactives.

Action du verre et de l'aluminium. — Le tube radioactif enveloppé de papier rouge, est posé sur le fond d'un gobelet en verre à bord finement rodé, qui appuie par le bord sur la plaque sensible ; celle-ci a une teinte uniformément grise dans l'intérieur du gobelet, ce cercle grisâtre, est entouré d'un bord noir foncé, qui dessine le contact du bord rodé du verre et de la plaque qui n'était pas enveloppée. La teinte de la plaque sensible est beaucoup plus foncée dans l'intérieur du verre qu'à l'extérieur. Dans une autre expérience, on a placé entre le verre et la plaque l'écran à épingles de l'expérience de Galitzine; les ombres des épingles se réduisent à des points, comme si le verre était une surface éclairante dépolie.

La même expérience répétée avec un gobelet d'aluminium, donne également une empreinte en gris foncé uniforme dans l'intérieur du vase; ce cercle foncé est entouré d'un bord blanc au contact de l'aluminium et de la plaque.

Les rayons qui traversent l'aluminium projettent encore des ombres avec l'écran à épingles.

Ces expériences s'expliquent en admettant que le verre a une fluorescence invisible qui agit sur la plaque et dont l'action est surtout sensible, comme dans la fluorescence visible, aux points où le verre est dépoli et, sur les arêtes, c'est la luminosité invisible du bord du verre qui produit le rond noir ; le verre transforme les radiations qui le pénètrent et donne un éclairement invisible de toute sa masse.

L'aluminium est surtout transparent, il laisse passer les radiations directes lorsque son épaisseur n'est pas très grande, c'est le cas du fond du verre, mais les absorbe en grande épaisseur, ce qui détermine le bord blanc au contact du gobelet et de la plaque.

L'aluminium cependant transforme aussi partiellement les radiations excitatrices; ces radiations nouvelles traversent difficilement le verre qui est très peu transparent pour elles, où sur lequel elles provoquent une très faible excitation. On le constate en plaçant sous une partie du gobelet d'aluminium de l'expérience précédente, une plaque de verre mince; elle affaiblit beaucoup les radiations émises dans l'intérieur du gobelet, en outre le bord blanc très net dans la région de la plaque sur laquelle appuie le verre d'aluminium, devient flou et disparaît dans la région qui, légèrement soulevée par la lame de verre, n'est plus en contact avec la plaque sensible.

Cette fluorescence invisible qui se combine avec une transparence relative sous l'action des radiations également invisibles des substances radioactives, est démontrée par les expériences suivantes :

On place dans l'intérieur d'un verre à boire en aluminium, un vase en verre mince de diamètre plus pe-

tit et moins haut ; les deux vases sont retournés sur la plaque photographique sur laquelle ils appuient par leurs bords. L'impression de la plaque est plus forte dans l'espace recouvert par les deux vases que dans l'espace annulaire compris entre l'aluminium et le verre; on ne distingue aucune trace de la forme du tube radioactif posé à plat sur le fond du gobelet d'aluminium ; les radiations ont été transformées et diffusées et celles émises par le verre ont agi plus énergiquement que celles de l'aluminium. Comme contre-épreuve, on place un gobelet d'aluminium sous un vase de verre de même espèce mais plus grand que le précédent; un tube d'activité 240, enveloppé de deux doubles de papier, est posé sur le fond du gobelet de verre. Dans ce cas, c'est l'espace annulaire soumis à l'action des radiations du verre seul, qui est le plus fortement impressionné; l'aluminium paraît former écran pour les radiations émises par le verre; dans cette expérience encore, la forme du tube n'est pas appréciable. L'opacité relative de l'aluminium pour les radiations émises par le verre, a été confirmée par plusieurs expériences où on superposait l'aluminium et le verre; on a constaté par exemple, qu'une plaque de verre sillonnée de traits de crayon d'aluminium (procédé de M. Margot), faisait paraître ces traits en tons plus clairs sur la plaque photographique, ce qui indique une absorption des radiations.

L'émission des radiations du verre, la fluorescence invisible, se combine avec l'absorption que ce corps exerce en épaisseur même modérée, sur les radiations directes des chlorures de radium et de baryum et donne parfois des résultats qui paraissent au premier abord

inexplicables : ainsi on pose sur une plaque de verre rectangulaire de 2 millimètres d'épaisseur (porte-objet pour préparations microscopiques), un tube radioactif (240) enveloppé de plusieurs couches de papier rouge. Les bords de la plaque, qui a été coupée au diamant, ne sont ni polis ni rodés. L'épaisseur de la plaque projette autour d'elle une ombre qui se manifeste sous forme d'une bande blanche dont la largeur est constante, l'axe du tube étant parallèle à celui de la plaque ; mais on constate en même temps un bord noir très foncé au contact immédiat du bord de la plaque, dont il suit exactement les plus petites irrégularités ; c'est le résultat de la fluorescence invisible du verre qui a émis des radiations propres très photogéniques mais très peu pénétrantes, le bord noir est beaucoup plus étroit que la zone d'ombre et l'intensité du ton noir décroît très vite quand on s'éloigne du bord de la plaque.

Cette très faible pénétration des rayons émis par le verre sous l'action des rayons excitateurs du chlorure de Ba et Ra, explique, croyons-nous, un phénomène que nous avons constaté plusieurs fois, mais qui ne se produit pas toujours à coup sûr.

Un petit morceau de verre dit « plot d'épaisseur », servant à vérifier la constance des pas-de-vis, porte, tracé au diamant sur une de ses faces finement dépolie, un rond à côté duquel est inscrite l'épaisseur du plot : $7^{mm}25$; placé directement en contact avec la gélatine de la plaque sensible et soumis aux radiations invisibles d'un tube d'activité 240, il donne une empreinte uniforme, noire ou grise, de la face du verre, sur laquelle se détache en clair le rond et les chiffres ; les expériences ont donné trois fois le même résultat ;

dans deux cas les rayons émanaient d'un tube de verre enveloppé de papier rouge, dans le troisième ils étaient produits par un tube d'aluminium contenant la substance active. Il semble que l'émission superficielle du verre est moins intense dans le sillon tracé dans le verre qui n'est plus en contact intime avec la plaque ; il y a lieu de varier encore ces expériences.

Une plaque de quartz à faces parallèles, de $6^{mm}56$, obligeamment prêtée par M. F.-J. Micheli, s'est montrée remarquablement opaque pour les radiations émanant d'un tube radioactif de verre enveloppé de papier ; elle paraît plus opaque que le verre dont la transparence pour l'ultra-violet est pourtant bien inférieure. Ce fait s'explique parce que le verre impressionne la plaque surtout par sa fluorescence invisible, qui est nulle ou très faible pour le quartz. Le verre est très opaque ; un bloc de verre ou la même masse de verre pilé, présentent la même opacité. Le même fait a lieu pour les rayons Röntgen

La fluorescence invisible est, comme on pouvait s'y attendre, très forte avec le spath fluor. Ce fait avait été signalé, sous le nom de phosphorescence, par M. P. Spiess, qui montra qu'un cube de spath fluor impressionne fortement une plaque photographique lorsqu'il est soumis à l'action des rayons de Becquerel, tandis qu'il l'impressionne faiblement s'il n'est pas soumis aux rayons actifs. Nous avons varié les expériences avec cette substance, et deux autres cubes identiques, l'un de verre de didyme, l'autre de verre d'urane. Les trois cubes d'épaisseur commune, 14^{mm}, sont posés directement sur une plaque photographique ; un tube radioactif 240 enveloppé, repose sur les trois cubes; le

spath impressionne fortement la plaque, le didyme produit beaucoup moins d'effet et le verre d'urane se dessine en clair, c'est-à-dire n'a pas d'action. Dans cette expérience, les radiations émises par fluorescence s'ajoutent, si elles existent, à celles qui traversent les substances ; la fluorine laissant passer les radiations de 185$^{\mu\mu}$,7 (E. Sarasin), son action énergique peut provenir de sa transparence ou de sa fluorescence. L'expérience suivante montre que c'est probablement à cette dernière action qu'il faut attribuer le rôle le plus important.

On place les trois cubes sur une plaque photographique enveloppée d'une feuille de papier ; les trois empreintes sont également blanches, les radiations émises par fluorescence ont une très faible puissance de pénétration, elles n'ont pu traverser le papier qui est très transparent pour les radiations directes du tube de radioactivité 1000, employé dans ce cas. C'est aussi par l'effet de la fluorescence invisible que s'explique le fait qu'un cube de spath fluor placé sous une plaque d'ébonite et soumis à l'action des rayons agissant à travers l'ébonite, donne une empreinte grise de sa forme, qui se détache en foncé sur le fonds plus clair des rayons affaiblis, non transformés par l'ébonite.

Mais on peut reconnaître encore mieux la fluorescence invisible des divers corps, en disposant l'expérience comme suit : On pose sur le cube de fluorine une plaque sensible de celluloïde au gélatino-bromure qui est très transparente pour les radiations directes ; la face sensible repose sur les substances à étudier et un écran de carton est placé entre la feuille sensible et le tube pour annuler les rayons visibles, le tube étant

lui-même enveloppé de papier rouge. Le cube de spath fluor se dessine en gris foncé sur la teinte gris clair de la feuille sensible uniformément impressionnée; cette tache grise, qui a la forme de la face du cube, est due à l'émission des radiations invisibles par la fluorine.

Cette fluorescence invisible peut être constatée par ce procédé pour le verre ordinaire dont est formé le plot d'épaisseur de $7^{mm}25$ précédemment employé; elle est très forte pour le verre lourd, dit verre de Faraday, qui sert à montrer la polarisation rotatoire magnétique, elle est assez forte pour le verre de didyme, moins prononcée pour le verre d'urane; elle est assez forte également pour le spath d'Islande.

Cette fluorescence invisible ne se produit plus si on place, sur le trajet des radiations du tube actif, une plaque de verre, cette substance produisant déjà une transformation énergique des radiations qui la pénètrent.

En terminant, je tiens à exprimer ma reconnaissance à M. Pierre Dufour, étudiant de la faculté des sciences, pour son aimable et active collaboration dans ces recherches.

Laboratoire de physique, avril 1902.

PRÉPARATION

ET

ESSAIS DE NITRATION DE QUELQUES DÉRIVÉS

DU

P-SULFOCHLORURE DE TOLUÈNE

PAR

Frédéric REVERDIN et Pierre CRÉPIEUX[1]

A l'occasion de recherches qui ont été publiées précédemment[2], nous avions observé que la toluène-*p*-sulfone-anilide se comporte à la nitration autrement que l'acétanilide, en ce sens qu'elle fournit immédiatement, même par l'action de l'acide nitrique de D = 1.34, un *dérivé dinitré*. Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'examiner à ce point de vue d'autres dérivés du *p*-sulfochlorure de toluène avec des amines et des phénols; c'est dans ce but que nous avons préparé les dérivés des trois toluidines, de la diphénylamine, du phénol et des trois crésols; le dérivé de la *p*-toluidine seul était déjà connu.

[1] Une grande partie de ces recherches ont été faites avec la collaboration de M. le Dr G. Dörr, auquel nous exprimons tous nos remerciements.

[2] *Archives* (4), *12*, 325.

Toluène-4-sulfone-2-toluide.

$C^6H^4.CH^3.SO^2.NH.C^6H^4.CH^3$

(1) (4) (2) (1)

Ce composé a été obtenu soit en faisant réagir le *p*-sulfochlorure de toluène en solution dans l'éther sur une solution de chlorhydrate d'*o*-toluidine, en présence de carbonate de soude, soit en mélangeant le *p*-sulfochlorure de toluène avec une demi-partie de pyridine et ajoutant à ce mélange de l'*o*-toluidine.

Dans ce dernier cas la masse s'échauffe fortement, on laisse refroidir et on ajoute de l'eau qui provoque la séparation du produit de la réaction sous forme solide. En le faisant cristalliser dans l'acide acétique étendu, on obtient la *toluène-p-sulfone-o-toluide* en aiguilles blanches, F = 108°. Elle est facilement soluble à froid dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique, le benzène, l'acétone et le sulfure de carbone, difficilement soluble dans la ligroïne. Elle cristallise le mieux dans l'acide acétique ou dans l'alcool étendus, ainsi que dans un mélange de benzène et de ligroïne.

0.1728 Sbst;	0.4050 CO^2; 0.0928 H^2O			
0.2095 »	10.8 cc N (11°, 734^{mm})			
$C^{14}H^5O^2NS$	Calculé C = 64.36 %;	H = 5.74 %;	N = 5.36 %	
	Trouvé	63.92	5.96	5.93

Nitration de la toluène-p-sulfone-o-toluide.

Lorsqu'on nitre le dérivé ci-dessus au moyen d'un mélange d'acide nitrique de D = 1.51 et d'acide acétique, à basse température et dans les conditions indi-

quées par Lellmann et Würthner[1], ainsi que par nous-mêmes[2] pour la nitration de l'*o*-acettoluide, on obtient comme produit principal un *dérivé mononitré* qui correspond à la formule :

$$\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(4)}{CH^3}.\underset{(2)}{SO^2NH}.\underset{(5)}{C^6H^3NO^2}.\underset{(1)}{CH^3}$$

et cristallise dans l'acide étendu, en belles aiguilles légèrement jaunes, F = 174°.

0.2220 Sbst	18.8 cc N (13°, 733^{mm})
$C^{14}H^{14}O^4SN^2$	Calculé N = 9.15 %
	Trouvé 9.65

Ce dérivé possède bien la constitution indiquée ci-dessus, car il fournit par saponification, au moyen de l'acide sulfurique concentré à froid, la *mononitrotoluidine* $C^6H^3.CH^3.NH^2.NO^2$ 1.2.5, qui cristallise dans l'alcool étendu en feuillets jaunes, F = 129-130°. On a retiré en outre, des eaux-mères de la cristallisation du dérivé mononitré ci-dessus, un mélange d'un dérivé mononitré et d'un dérivé dinitré, qui a fourni par saponification au moyen de l'acide sulfurique concentré la *mononitrotoluidine* $C^6H^3.CH^3.NH^2.NO^2$ 1.2.3 F = 97° et la *dinitrotoluidine* $C^6H^2CH^3NH^2.NO^2NO^2$ 1.2.3.5 F = 208-209°. Ces deux produits ont été séparés l'un de l'autre par distillation à la vapeur d'eau, le premier distillant facilement, tandis que le second ne distille pas.

D'après les essais comparatifs de nitration que nous avons effectués avec l'*o*-acettoluide et avec la toluène-*p*-sulfone-*o*-toluide, il paraît résulter que l'on obtient

[1] *Liebig's Annalen*, 228, p. 239.
[2] *Archives*, (4), *10*, 112.

dans la nitration de la première, un mélange des dérivés mononitrés correspondants aux nitrotoluidines 1.2.3 et 1.2.5, tandis que dans la nitration de la seconde, on obtient principalement le dérivé de la nitrotoluidine 1.2.5, ainsi que de petites quantités des dérivés de la nitrotoluidine 1.2.3 et de la dinitrotoluidine 1.2.3.5.

Toluène-4-sulfone-4-toluide.

$$\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(4)}{CH^3}.\underset{(4)}{SO^2}.NH.\underset{(1)}{C^6H^4}.CH^3$$

Ce dérivé, déjà décrit par Müller et Wiesinger[1] a été préparé en faisant réagir le *p*-sulfochlorure de toluène sur la *p*-toluidine en présence de pyridine. Il fond à 117° et fournit par nitration, en solution acétique et à froid, au moyen de l'acide nitrique de D = 1.518, un *dérivé mononitré*, F = 145-146°, qui nous a donné par saponification au moyen de l'acide sulfurique concentré, la *3-nitro-4-toluidine*, en cristaux rouges F. 114°. Il s'était donc formé le dérivé

$$\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(4)}{CH^3}.\underset{(4)}{SO^2}.NH.\underset{(3)}{NO^2}.\underset{(1)}{C^6H^3}.CH^3$$

de constitution analogue au produit de la réaction de l'acide nitrique sur l'acet-*p*-toluide.

Toluène-4-sulfone-3-toluide.

$$\underset{(1)}{C^6H^4}.\underset{(4)}{CH^3}.\underset{(3)}{SO^2}.HN.\underset{(1)}{C^6H^4}.CH^3$$

Préparée de la même manière que les précédentes,

[1] *Berichte d. d. ch. Ges.*, t. 12 (1879), p. 1348.

elle n'en diffère pas sensiblement par ses propriétés et fond à 114°.

Toluène-4-sulfone-diphénylamide.

$$\underset{(1)}{C^6H^4}.CH^3.SO^2.N.\underset{(4)}{C^6H^5}.C^6H^5$$

Ce produit peut être obtenu en chauffant au bain d'huile vers 150°, un mélange de *p*-sulfochlorure de toluène et de diphénylamine, mais il se produit en même temps, dans ce cas, une matière colorante bleue et des produits résineux. En ajoutant au mélange, une quantité de carbonate de soude en poudre, égale à la quantité de sulfochlorure, on évite en partie la formation de ces produits secondaires et l'on peut plus facilement isoler du produit de la réaction un composé pur. Mais, on y arrive avec la plus grande facilité en faisant réagir le *p*-sulfochlorure de toluène sur la diphénylamine en présence de pyridine. On obtient alors avec un très bon rendement un produit qui peut être purifié par une seule cristallisation dans l'alcool ou dans l'acide acétique.

On mélange, par exemple, 20 gr. de *p*-sulfochlorure de toluène avec 10 cc. de pyridine, puis on y introduit en remuant 18 gr. de diphénylamine et on chauffe pendant trois quarts d'heure au bain-marie. Le produit de la réaction, qui se concrète par le refroidissement, est trituré à froid, avec de l'alcool pour éliminer la pyridine ; on le filtre et on obtient ainsi une substance qui, purifiée par une seule cristallisation dans l'acide acétique étendu ou dans l'alcool, est en belles aiguilles blanches, F = 141°. La toluène-sulfone-

diphénylamide est très soluble à froid dans le chloroforme, le benzène, le sulfure de carbone, peu soluble dans l'alcool froid, facilement soluble à chaud; elle n'est saponifiée ni par les acides chlorhydrique ou sulfurique étendus, ni par la potasse alcoolique après une ébullition de deux heures; elle l'est en revanche par l'acide sulfurique concentré, à froid.

0.1698 Sbst	6.6 cc N (22°, 738^{mm})
0.2058 »	8 cc N (16°, 738^{mm})
$C^{19}H^{17}O^{2}NS$	Calculé N = 4.33 %
	Trouvé 4.27; 4.40

Lorsqu'on nitre la toluène-*p*-sulfone-diphénylamide en solution acétique, au moyen de l'acide nitrique de D = 1.518, en laissant monter la température pendant l'introduction de l'acide nitrique jusque vers 50°, puis en chauffant ensuite une heure au bain-marie, on obtient un mélange de deux dérivés dinitrés, dont l'un moins soluble dans l'acétone et l'acide acétique dilué a été isolé et purifié par cristallisation; il est en feuillets nacrés, F = 167-168° et donne par saponification la *p-dinitrodiphénylamine*.

0.1843 Sbst	16.6 cc N (14°, 736^{mm})
$C^{19}H^{15}O^{6}N^{3}S$	Calculé N = 10.17 %
	Trouvé 10.26

Le mélange ci-dessus, saponifié par l'acide sulfurique concentré, fournit un corps rouge et un corps jaune. Le premier a été caractérisé, comme correspondant par ses propriétés à une *dinitrodiphénylamine*, F = 216°, déjà décrite par Nietzki, Witt et Lellmann[1] et dont la

[1] Witt. *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. 11 (1878), p. 758. — Nietzki et Witt, *Id.*, t. 12 (1879), p. 1400. — Lellmann, *Id.*, t. 15 (1882), p. 828.

constitution a été établie plus tard par Nietzki et Baur[1] comme étant celle d'une *o-p'-dinitrodiphénylamine*.

0.1364 Sbst	19.5 cc N (12°, 738^{mm})
$C^{12}H^9O^4N^3$	Calculé N = 16.22 %
	Trouvé 16.47

Le second composé, corps jaune, F = 214 a été identifié avec la *p-dinitrodiphénylamine* également connue.

0.1652 Sbst	24.2 cc N (12°, 742^{mm})
$C^{12}H^9O^4N^3$	Calculé N = 16.22 %
	Trouvé 16.98

Tandis que Lellmann avait obtenu en nitrant la benzoyldiphénylamine un mélange, renfermant à peu près parties égales des dérivés nitrés ortho-para' et di-para, nous avons observé qu'il se forme dans la nitration de la toluène-*p*-sulfone-diphénylamide le dérivé di-para en quantité prépondérante. La différence dans les rendements réciproques des deux isomères, est encore plus sensible si l'on opère la nitration de la toluène-sulfone-diphénylamide en introduisant cette substance réduite en poudre, dans six parties d'acide nitrique de D = 1.34 et portant le mélange pendant quelques minutes seulement à l'ébullition. Dans ces conditions on obtient un dérivé qui, après saponification, paraît constitué principalement par la *p*-dinitrodiphénylamine.

Ethers toluène-sulfoniques et o-nitrotoluène-p-sulfoniques du phénol et des crésols.

Ces éthers ont tous été obtenus de la même manière,

[1] Nietzki et Baur. *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. 28 (1895), p. 2976.

c'est-à-dire en ajoutant à une solution du phénol ou des crésols dans une quantité égale de pyridine la quantité calculée des sulfochlorures. Le mélange s'échauffe, on le coule dans l'eau au bout de quelque temps, puis on fait cristalliser le produit de la réaction dans l'alcool; tous ces éthers sont solubles à chaud dans l'alcool et la ligroïne, facilement solubles à froid dans l'acétone, le benzène, l'éther, le chloroforme et l'acide acétique cristallisable.

Ether toluène p-sulfonique du phénol.

$C^6H^4.CH^3.SO^2.OC^6H^5$; aiguilles blanches

(1) (4) F = 95-96°

0.2072 Sbst	0.4778 CO^2; 0.0943 H^2O		
$C^{13}H^{12}O^3S$	Calculé C = 62.90 °/₀; H = 4.84 °/₀		
	Trouvé	62.89	5.05

Lorsqu'on fait réagir l'acide nitrique de D = 1.48 sur cet éther, à basse température, il se forme presque exclusivement l'éther toluène-*p*-sulfonique du *p*-nitrophénol, F = 98°, déjà décrit par Bamberger et Rising[1].

Ether toluène-o-nitro-p-sulfonique du phénol.

$C^6H^3.CH^3.NO^2.SO^2OC^6H^5$ aiguilles blanches

(1) (2) (4) F = 59-60°

0.3165 Sbst	13.4 cc N (17°,743^{mm})
$C^{13}H^{11}O^5NS$	Calculé N = 4.77 °/₀
	Trouvé 4.80

[1] *Berichte d. d. ch. Ges.*, t. 34 (190I), p. 240.

Ether toluène-p-sulfonique de l'o-crésol.

$C^6H^4.CH^3SO^2.OC^6H^3.CH^3$ longues aiguilles blanches
(1) (4) (1) (2) F = 54-55°

Plusieurs analyses faites avec ce dérivé ont toujours donné un chiffre trop faible pour le carbone, la substance étant sans doute difficile à brûler ou retenant énergiquement une impureté ; le dosage du soufre ainsi que les résultats obtenus dans la nitration et qui sont consignés ci-dessous, ne laissent cependant aucun doute sur la constitution de l'éther en question.

L'analyse la meilleure a donné les résultats suivants :

0.2930 Sbst	0.6820 CO^2 ; 0.1422 H^2O		
$C^{14}H^{14}O^3S$	Calculé C = 64.12 % ; H =		5.34 %
	Trouvé	63.48	5.39
0.2794 Sbst	0.2564 $BaSO^4$		
	Calculé S = 12.21 %		
	Trouvé	12.61	

Lorsqu'on nitre l'éther ci-dessus au moyen de l'acide nitrique de D = 1.48, à une température ne dépassant pas 3 à 4°, on obtient un mélange de dérivés mono et dinitrés ; on n'a pu isoler de ce mélange, après l'avoir saponifié au moyen de la potasse alcoolique, qu'un seul produit, qui a été identifié avec le *nitrocrésol* $C^6H^3.CH^3.OH.NO^2$ 1.2.6 caractérisé par son point de fusion 142 à 143°, sa saveur sucrée intense et sa forme cristalline. Les autres produits de la nitration n'ont pas pu être identifiés.

En nitrant au moyen d'un acide plus concentré de D = 1.518 à 25° environ et abandonnant le mélange pendant une à deux heures à 30°, on obtient après

cristallisation un produit homogène, F = 108-109° correspondant à l'*éther toluène-p-sulfonique du dinitro-crésol*

$$C^6H^4CH^3.SO^2.OC^6H^2CH^3NO^2NO^2$$
(1) (4) (2) (1) (3) (5)

0.2812 Sbst	21 cc N (15°, 721^{mm})
$C^{14}H^{12}O^7SN^2$	Calculé N = 7,95 %
	Trouvé 8.29

Ce dérivé a fourni par saponification au moyen de la potasse alcoolique le *dinitrocrésol* $C^6H^2.CH^3.OH.NO^2NO^2$ 1.2.3.5, déjà connu et qui cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles jaunes F = 85-86°. Il se forme, donc dans ce cas le dérivé correspondant à celui qu'on obtient en nitrant l'éther éthylique de l'*o*-crésol[1].

L'*éther toluène-p-sulfonique du m-crésol* ainsi que celui du *p-crésol* cristallisent en aiguilles blanches; le premier fond à 51°, le second à 69-70°.

Ether toluène-o-nitro-p-sulfonique de l'o-crésol.

$C^6H^3.CH^3.NO^2.SO^2.OC^6H^4.CH^3$ aiguilles blanches
(1) (2) (4) (1) (2) F 68-69°.

Les *éthers* correspondants du *m et du p-crésol* cristallisent aussi en aiguilles blanches, F = 63-64° et 95°.

Analyse du dérivé para.

0.2860 Sbst.	12 cc. N (8°, 735 ^{mm})
$C^{14}H^{13}O^5$ NS	Calculé N = 4,56 %
	Trouvé 4.90

[1] Staedel. *Liebig's Annalen*, t. 217, p. 153.

ÉTUDES NUMÉRIQUES

SUR

L'ÉQUATION DES FLUIDES

(Deuxième Mémoire)

PAR

Ph.-A. GUYE et L. FRIDERICH

Dans un précédent mémoire [1] nous avons indiqué les méthodes de calcul à employer pour fixer les valeurs numériques des constantes a et b de l'équation de M. van der Waals et publié des tableaux donnant les valeurs de ces coefficients déduites de 83 déterminations de constantes critiques choisies parmi celles qui nous ont paru présenter le plus haut degré de confiance.

Le présent mémoire a pour objet :

1° De compléter les tableaux précédents des valeurs de a et de b au moyen des données récentes relatives aux mesures de constantes critiques.

2° De préciser les méthodes de calcul des constantes a et b dans des conditions autres que celles qui caractérisent l'état critique.

[1] *Arch. Sc. ph. nat.*, IX. 505.

I. — Tableaux complémentaires des valeurs de a et de b au point critique

Pour les formules, les notations et les unités adoptées, nous nous reportons à notre mémoire précédent ; nous rappelons seulement que le tableau I [1] est relatif à l'équation des fluides rapportée au volume initial unité et le tableau II à l'équation des fluides rapportée à la molécule-gramme. Pour établir le tableau I on s'est servi de la formule empirique précédemment établie.

$$b = 0{,}0004496 \frac{T_c}{P_c} + 0{,}00000\,1835 \left(\frac{T_c}{P_c}\right)^2$$

Les numéros en regard du nom de chaque corps font suite à ceux de nos précédents tableaux.

[1] Dans les comptes rendus qui ont été publiés au sujet de notre travail quelques auteurs ont jugé inutile d'indiquer les résultats concernant l'équation rapportée au volume-unité comme si l'équation rapportée à la molécule-gramme s'appliquait seule à toutes les questions. Nous croyons devoir insister sur la nécessité de calculer les constantes de l'équation des fluides pour les deux formes. Diverses raisons parlent en faveur de cette manière de voir : C'est ainsi que dans son ouvrage classique « Sur la continuité etc. » M. van der Waals raisonne exclusivement sur l'équation rapportée au volume unité, tandis que M. Boltzmann (Vorlesungen über Gastheorie 1896-98) et M. Sarrau (*Conf. Soc. chim.* Paris 1892, p. 99), ne discutent que sur l'équation rapportée à la molécule-gramme. D'autres auteurs enfin paraissent avoir confondu les deux formes. Dans une communication ultérieure nous montrerons que certaines questions ne peuvent être résolues que par l'équation rapportée au volume-unité.

TABLEAU I

	Corps	T_c	P_c	*a*	*b*	*Obs.*
				0.	0.0	
84	Diisopropyle	500°.4	30,72	5008	0777	Y. F.
85	Octane	569°,2	24,65	8574	1435	Y
86	Diisobutyle	549°,8	24,55	7531	1066	Y. F.
87	Durène	675,5	28,6	1046	1164	G.M.
88	Diphènylméthane	770,0	28,2	1419	1365	id.
89	Naphtaline	741,2	39,2	0887	0915	id.
90	Biphényle	768,6	31,8	1224	1194	id.
91	m-crésol	705,0	45,0	0683	0750	id.
92	Anisol	641,5	41,25	0616	0744	id.
93	Phénètol	647,0	33,8	0786	0928	id.
94	Aniline	698,5	52,3	0567	0633	id.
95	id.	698,8	52,4	0566	0633	id.
96	Diméthylaniline	687,2	36,0	0832	0925	id.
97	id.	687,7	35,6	0844	0937	id.
98	Diméthyl-o-toluïdine	667,8	30,8	0936	1061	id.
99	Acétonitrile	543,2	47,7	0370	0536	id.
100	Propionitrile	558,7	41,3	0460	0642	id.
101	Butyronitrile	582,1	37,4	0559	0744	id.
102	Capronitrile	621,8	32,2	0764	0938	id.
103	Benzonitrile	699,2	41,6	0733	0808	id.
104	Oxysulfure de carbone	378°.0	65,1	0126	0267	H
105	Argon	155°,6	52,9	0256	0134	R. T.
106	Crypton	210°,5	54,26	0460	0177	id.
107	Xénon	287°,7	57,2	0823	0231	id.

TABLEAU II

Corps	M	K_c	Mol.-gramme		Gramme	
			$a \times 10^{-6}$	b	$a \times 10^{-1}$	b
84 Diisopropyle	86,13	16,26	23,08	166,8	311,2	1,937
85 Octane	114,2	23,09	37,35	236,9	286,6	2,075
86 Diisobutyle	114,2	22,40	34,97	229,7	268,1	2,011
87 Durène	134,1	23,62	45,36	242,4	252,2	1,808
88 Diphenylmethane	168,1	27,30	38,25	224,1	135,3	1,333
89 Naphtaline	128,1	18,89	39,79	193,8	242,5	1,513
90 Biphenyle	154,1	24,17	52,81	248,0	222,4	1,609
91 M-Crésol	108,1	15,67	31,41	160,8	268,8	1,487
92 Anisol	108,1	15,55	28,35	159,6	242,6	1,476
93 Phenètol	122,1	19,14	35,20	196,4	236,1	1,609
94 Aniline	93,06	13,36	26,54	137,1	319,7	1,583
95 »	93,06	13,34	26,51	136,9	319,2	1,581
96 Dimethylaniline	121,1	19,09	37,30	195,9	254,3	1,618
97 id.	121,1	19,32	37,78	198,2	257,6	1,637
98 Diméthylo-toluïdine	135,1	21,68	41,15	222,5	225,4	1,647
99 Acétonitrile	41,02	11,39	17,59	116,9	104,5	2,847
100 Propionitrile	55,04	13,53	21,49	138,8	711,0	2,522
101 Butyronitrile	69,06	15,56	25,74	159,7	539,8	2,312
102 Capronitrile	97,09	19,34	34,19	198,5	362,7	2,044
103 Benzonitrile	103,0	16,81	33,42	172,5	315,0	1,675
104 Oxysulfure de carbone	60,06	5,81	6,24	58,2	173	0,970
105 Argon	40	2,94	1,30	30,2	81,3	0,755
106 Crypton	82	3,88	2,32	39,8	34,3	0,485
07 Xénon	128	5,03	4,11	51,6	25,1	0,403

Les données expérimentales T_c et P_c des tableaux I et II sont empruntées aux auteurs suivants :

Y. S. YOUNG, *Chem. Soc.* **77**, 1145.

Y. F. YOUNG et FORTEY, *Chem. Soc.* 77, 1126.

R. T. RAMSAY et TRAVERS, *Phil. Trans. of. the R. Soc.* **197**, 51.
G. M. GUYE et MALLET, *Arch. Sc. Ph. et Nat.*, 1902.
H. HEMPEL, Z. f. angew. *Ch.* **14**, 865.

II. — VALEURS NUMÉRIQUES DU COVOLUME ET DE LA PRESSION INTERNE DANS LA PHASE LIQUIDE ET DANS LA PHASE VAPEUR.

1. Les travaux récents sur l'équation caractéristique des fluides, notamment ceux de M. Van der Waals et de M. Boltzmann [1], ont montré qu'au point de vue théorique, le covolume et le coefficient de pression interne doivent être considérés comme des fonctions du volume occupé par le fluide ; dans les formules de Clausius et de M. Sarrau, la pression interne est déjà une fonction du volume plus complexe que la fonction admise par M. Van der Waals. Si l'on prend, pour simplifier, la forme d'équation proposée par M. Van der Waals :

$$\left(p + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = \mathrm{RT} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$

il en résulte qu'au dessous du point critique, à une même température et sous une même pression, les valeurs numériques, pour un corps donné, des coefficients a et b seront différentes dans la phase liquide et

[1] Van der Waals. Continuität etc., 2e édit. 1899. t. I, p. 180.
Boltzmann, Gasthéorie 1898, t. II, p. 9, 13, 163. Voir aussi *Reiganum*, Zustandgleichung, Inaugural-Dissertation, Göttingen 1899, p. 90. — Brilloin, *Journal de physique* 1893, p. 113. — Tait, Théorie cinétique des gaz. *Trans. Roy. Soc. Edinburgh* XXXVI. Consulter aussi la bibliographie de ce sujet : Van't Hoff, Vorlesungen 3, p. 8 (1900).

dans la phase vapeur, puisqu'elles sont fonctions du volume.

Il nous a paru intéressant de mettre ce fait en évidence et, pour arriver à ce but, de préciser les méthodes de calcul qui permettent de fixer les valeurs numériques de ces coefficients dans les deux phases.

2. *Détermination de a et b dans la phase liquide 1re méthode.* — Lorsqu'un liquide est suffisamment éloigné de son point critique, et sous une pression égale à sa tension de vapeur, les valeurs de p sont négligeables par rapport à celles de $\frac{a}{v^2}$, ainsi que l'a fait remarquer M. Lewis [1]. L'équation (1) devient alors :

$$\frac{a}{v^2} = \frac{RT}{(v - b)} \qquad (2)$$

Considérant ensuite le fluide à deux températures peu éloignées l'une de l'autre, t_1 et t_2, et introduisant dans (2) les valeurs, v_1, v_2 correspondantes, il en résulte deux équations :

$$av_1 - ab = RT_1\, v_1^2$$
$$av_2 - ab = RT_2\, v_2^2$$

d'où l'on tire :

$$a = R\,\frac{T_2\, v_2^2 - T_1\, v_1^2}{v_2 - v_1} \qquad (3)$$

et par suite la valeur de b.

Les valeurs de a et de b ainsi obtenues sont les valeurs moyennes de ces coefficients pour l'intervalle de température t_1 à t_2 défini plus haut, entre les volumes v_1 et v_2.

[1] *Proc. Amer. Acad. of. Arts and Sc.* **35**. 1.

2e *Méthode.* — On arrive à un résultat un peu plus précis si l'on connaît la courbe de dilatation du liquide, ce qui est généralement le cas. En effet, différentiant alors l'équation (2) on a :

$$a \frac{dv}{dT} = 2\,RTv \frac{dv}{dT} - Rv^2$$

d'où

$$a = Rv \left\{ 2\,T + \frac{v}{\left(\frac{dv}{dT}\right)} \right\} \qquad (4)$$

expression dans laquelle la valeur numérique de $\left(\frac{dv}{dT}\right)$ est tirée de la courbe de dilatation du liquide. Connaissant a, la valeur de b se déduit de l'équation (2) comme précédemment.

3e *Méthode.* — Prenons enfin le cas général d'un liquide se dilatant à pression constante. A une variation de température dT correspond une variation de volume dv ; on a en outre, par hypothèse $\frac{dp}{dT} = 0$ $\frac{da}{dT} = 0$ $\frac{db}{dT} = 0$: les termes $\frac{da}{dv}\frac{dv}{dT}$ et $\frac{db}{dv}\frac{dv}{dT}$ ne sont pas rigoureusement nuls mais sont suffisamment petits pour être négligés pratiquement.

Différentiant l'équation (1), on obtient facilement :

$$a = Rv \left\{ 2\,T + \frac{v}{\left(\frac{dv}{dT}\right)} \right\} - pv\,(3\,v - 2\,b) \qquad (5)$$

relation qui ne diffère de l'équation (4) que par le terme correctif $pv\,(3\,v - 2\,b)$, composé de trois facteurs qui deviennent chacun d'autant plus petit que l'on considère le liquide à une température plus basse.

On pourrait éliminer b entre les équations (1) et (5) mais comme le terme correctif $(3\,v - 2\,b)\,pv$ est toujours très petit, il est suffisamment exact, et plus rapide, de calculer une première valeur de b au moyen des relations (2) et (3) ou (2) et (4) et d'introduire cette valeur dans la relation (5); a étant alors connu on calcule la valeur définitive de b au moyen de l'équation (1).

Dans l'expression (5) on doit prendre pour valeur numérique de $\left(\frac{dv}{dT}\right)$ celle qui se déduit de la courbe de dilatation isobare. Mais, pratiquement, lorsque le liquide est considéré à des températures peu élevées, les valeurs de $\left(\frac{dv}{dT}\right)$ déduites des courbes de dilatation isobare et orthobare se confondent, ceci, en raison de la faible compressibilité des liquides envisagés dans ces conditions. Il est donc indifférent de prendre l'une ou l'autre des deux valeurs de $\frac{dv}{dT}$.

3. *Détermination de a et b dans la phase vapeur.* — Pour les isochores, notamment à l'état de vapeur, M. S. Young et d'autres savants ont vérifié la formule

$$p = \beta\,T - \alpha$$

qui, comparée à celle de M. Van der Waals

$$p = \frac{R}{v - b}\,T - \frac{a}{v^2}$$

donne, pour $v =$ constante,

$$\beta = \frac{R}{v - b} \qquad \alpha = \frac{a}{v^2}$$

d'où l'on tire

$$b = v - \frac{R}{\beta} \qquad \text{et } a = \alpha v^2$$

4. *Application à l'isopentane.* — Les travaux de

M. Young [1] relatifs à ce corps, fournissent les données nécessaires pour appliquer les formules précédentes; les tableaux ci-après donnent les résultats des calculs y relatifs par les formules (3), (4) et (5), dans le système cm³-atm. et rapportés à la molécule-gramme (R = 82,09) [2],

Phase liquide.

		Formule (3)	
t	v	$a \times 10^{-6}$	b
0°	112,81		
10°	114,55	11,33	87,8
20°	116,40		
30°	118,35	11,60	88,3
40°	120,43		
50°	122,63	11,96	89,3
60°	124,95		

				Formule (4)		Formule (5)	
t	p	v	$\left(\frac{dv}{dT}\right)$	$a \times 10^{-6}$	b	$a \times 10^{-6}$	b
10°	0,51	114,55	0,179	11,31	87,6	11,30	87,6
30°	1,07	118,35	0,202	11,58	88,3	11,54	88,2
50°	2,02	122,63	0,227	11,94	89,2	11,87	89,1

Phase vapeur

t	v	a	β	$a \times 10^{-6}$	b
10°	43270	0,0314	0,00195	58,78	1260
30°	21635	0,0868	0,00387	40,63	415
50°	11538	0,276	0,00738	36,74	428

Remarque. — Pour la formule (3) on considère comme valeurs de a et b à la température de 10° et sous le volume de 114,55 cm³, celles obtenues au moyen des données à 0° et 20°, et ainsi de suite.

Si l'on compare les valeurs des coefficients a et b, à la même température, sous des volumes différents

[1] *Proc. Phys. Soc.* London 1894-95. 602.

[2] Sur le système d'unités, voir notre travail : « Etudes numériques sur l'équation des fluides ». *Arch. Sc. phys. nat.* (4), t. IX, p. 505 (1899).

(liquide et vapeur), on constate qu'elles varient dans des proportions considérables. A 30°, par exemple, on a :

	$a \times 10^{-6}$	b
$v = 118{,}35$ cm³ (liquide)	11,54	88,2
$v = 21635$ cm³ (vapeur)	40,63	415

tandis qu'à partir des éléments critiques (T_c et p_c) nous avons trouvé précédemment $a \times 10^{-6} = 18{,}33$ et $b = 143{,}6$.

Il résulte de là que si l'on considère un fluide en dessous de sa température critique et sous des pressions égales aux tensions de vapeur, on aura deux séries de valeurs de a et deux séries de valeurs de b, les unes se rapportant à la phase liquide, les autres à la phase vapeur; en d'autres termes, on aura deux équations, en confirmation des vues théoriques émises par M. Tait :

$$\left(p + \frac{a_1}{v_1^2}\right)(v_1 - b_1) = RT \text{ et } \left(p + \frac{a_2}{v_2^2}\right)(v_2 - b_2) = RT$$

dans lesquelles les termes a_1, a_2, b_1, b_2 seront des fonctions du volume.

Si l'on compare enfin les valeurs de a et de b obtenues par les trois relations indiquées pour la phase liquide, on constate que, pour des températures inférieures à la température d'ébullition, la relation approchée conduit à des résultats qui diffèrent de moins de 3 ‰ de ceux fournis par la relation plus exacte (5). La relation (3) peut donc être employée dans toutes les applications numériques où l'on n'a pas besoin d'une précision plus grande.

Genève, novembre 1901.

Laboratoire de Chimie phys. de l'Université.

DE LA

GRADATION DES EFFETS DES ANESTHÉSIQUES

PAR

Mlles les Drs J. Joteyko et M. Stefanowska

Communication faite au Ve Congrès international de physiologie, Turin, septembre 1901.

C'est à Claude Bernard que nous devons la première notion sur la gradation des effets des anesthésiques. C'est sur le protoplasme des centres nerveux que l'anesthésique porte d'abord son action : les phénomènes de la conscience et de la perception sensorielle disparaissent les premiers, tandis que le protoplasme des nerfs, des muscles et des glandes n'est pas encore atteint. L'agent anesthésique, ajoute Claude Bernard, n'agit pas exclusivement sur le système nerveux, il porte en réalité son action sur tous les tissus animaux ou végétaux : il atteint chaque élément à son heure. Il suit la gradation des êtres et aussi la gradation des tissus. D'après les expériences de Cl. Bernard il est possible d'établir un classement des organes nerveux par ordre de susceptibilité à l'action anesthésique : le premier rang est dévolu aux hémisphères cérébraux, le dernier appartiendra au bulbe, et entre ces deux extrêmes prendra place la moelle épinière.

L'anesthésie chirurgicale n'est donc autre chose qu'un empoisonnement limité, le premier stade de l'empoisonnement général. Cette classification a été formulée par Willième (cité par Dastre : *Les Anesthésiques*, p. 36) au Congrès de Bruxelles en 1876 et reproduite dans la thèse d'agrégation de Duret. Les chirurgiens distinguent dans la marche de l'anesthésie quatre périodes : la première est marquée par la suspension des fonctions du cerveau, d'où résulte le sommeil ; la seconde est marquée par l'abolition des fonctions de la moelle considérée comme organe de la sensibilité réflexe ; la troisième est marquée par l'abolition des fonctions des territoires de la moelle qui président aux réactions musculaires, d'où l'inertie et la résolution des muscles. Enfin, en tout dernier lieu, le bulbe est atteint, d'où la cessation de la respiration et l'arrêt du cœur. (Dastre, *loc. cit.*)

L'analyse physiologique peut aller au-delà. Nos recherches[1] permettent d'élargir le cadre généralement admis relativement à la gradation des effets des anesthésiques, de poursuivre l'action de ces substances même sur les parties périphériques des neurones (qui

[1] Voir M. Stefanowska. Localisation des altérations cérébrales produites par l'éther, Chapitre II : Etat physiologique des souris pendant et après l'éthérisation. *Annales de la Soc. Roy. des Sciences méd. et nat. de Bruxelles*, t. IX, 1900, et Travaux Institut Solvay, vol. III.

J. Joteyko et M. Stefanowska. Influence des anesthésiques sur l'excitabilité des muscles et des nerfs. *Annales*, etc., vol. X, 1901, et Travaux Institut Solvay, vol. IV.

J. Joteyko et M. Stefanowska. Anesthésie générale et anesthésie locale du nerf moteur. *Comptes-rendus de l'Académie des sciences de Paris*, CXXVIII, p. 1606. 1899.

ont des propriétés totalement différentes des parties centrales, étant douées d'une très grande résistance à l'égard des intoxications) et d'établir une comparaison entre le mode de se comporter des différents organes nerveux.

Tout d'abord, la suspension des fonctions du cerveau est successive et présente deux périodes (abstraction faite de la perte des facultés psychiques supérieures, telles que l'intelligence, etc.) : *perte de la sensibilité* et *perte de la motilité*. Ces expériences ont été faites sur les souris blanches et sur les grenouilles. Comme l'anesthésique porte son action en tout premier lieu sur le cerveau, on peut étudier cette phase de l'anesthésie sans que les symptômes médullaires, qui sont plus tardifs, viennent troubler la pureté de l'expérience.

En plongeant les animaux dans une atmosphère chargée de vapeurs anesthésiantes, on peut s'assurer que *la perception consciente disparaît bien avant le mouvement volontaire*. Ceci s'observe aussi bien pour les souris que pour les grenouilles, mais chez ces dernières les phases de l'anesthésie sont mieux marquées, en sorte qu'il est possible d'assister au spectacle vraiment curieux d'un animal qui ne réagit plus aux impressions sensorielles les plus diverses, mais qui a conservé encore le mouvement volontaire : la grenouille placée sous la cloche à expériences exécute encore des bonds spontanés.

Pour la souris, la différence dans la résistance des centres sensitifs et moteurs de l'écorce apparaît surtout dans le réveil après l'anesthésie. Les mouvements qui ont disparu les derniers apparaissent les premiers

aussitôt que les souris sont remises à l'air libre : d'autres mouvements succèdent ; ensuite l'animal peut se relever et *se placer sur ses quatre pattes*, mais la sensibilité tactile et la sensibilité à la douleur sont encore longtemps absentes, si l'animal a subi une anesthésie violente et prolongée. Ainsi, par exemple, dans une expérience, la souris est restée sous la cloche avec l'éther pendant trente minutes. Elle était complètement insensibilisée et paralysée. Remise à l'air, elle commence aussitôt à faire des mouvements avec ses membres ; au bout de dix minutes elle se lève spontanément. Pendant ce temps, cette souris ne réagit pas quand on lui pince les oreilles et le bout de la queue. La sensibilité à la douleur ne lui est revenue qu'au bout de 40 minutes.

En général, les mouvements et la sensibilité reviennent d'autant plus tard que l'anesthésie a été plus violente et de plus longue durée ; c'est dans les cas d'anesthésie prolongée que l'écart entre la réapparition de la motilité et de la sensibilité est le plus accentué.

Ces expériences sur l'état physiologique des souris et des grenouilles anesthésiées par l'éther ne laissent aucun doute sur la réalité du phénomène, à savoir que *le mouvement spontané (fonction psycho-motrice) peut exister en l'absence de toute perception sensitive (fonction psychosensitive)*. En d'autres termes, il existe une gradation dans l'envahissement des hémisphères cérébraux par les anesthésiques ; *la sensibilité disparaît avant la motilité ; le réveil de la motilité précède le réveil de la sensibilité.*

Cette dissociation permet en outre de supposer que les centres nerveux cérébraux sont doués d'automatisme à un certain degré.

Un animal anesthésié perd toute sensibilité et toute motilité par paralysie de ses éléments centraux. Quel est l'état de son système nerveux périphérique à ce moment ? A-t-il perdu ou conservé son irritabilité ?

L'excitabilité des muscles et des nerfs est légèrement atteinte dans l'anesthésie générale des organismes par l'éther (Vulpian, P. Bert, Pereles et Sachs, Joteyko et Stefanowska); le chloroforme reste sans effets sur le nerf dans les mêmes conditions (Bernstein, Pereles et Sachs, Joteyko et Stefanowska). Cette différence dans le mode d'action de ces deux anesthésiques tient d'après Pereles et Sachs à leur degré de volatilité. L'éther, étant plus volatile que le chloroforme, agit plus rapidement et détermine des symptômes que le chloroforme n'avait pu produire, la réaction étant limitée par l'arrêt du cœur.

Cette légère influence périphérique ne participe pas apparemment à la production des phénomènes de paralysie motrice qu'on observe dans l'anesthésie générale des organismes, la totalité de l'effet devant être attribué à une action de l'anesthésique sur les centres nerveux. L'examen de l'excitabilité des nerfs périphériques (nous l'avons pratiqué sur le chien, le cobaye et la grenouille) montre uniquement, que les parties périphériques des neurones sont incomparablement plus résistantes à l'action des anesthésiques que les parties centrales, sans nous fournir des données plus précises.

Aussi, pour pouvoir pousser plus loin cette étude, faut-il recourir à d'autres procédés d'anesthésie du nerf. En effet, dans les expériences précédentes, l'arrêt du cœur limite fatalement l'absorption de l'anesthésique par les tissus et son action périphérique n'a pas le temps de se manifester.

Nous nous sommes adressées à la méthode graphique pour rechercher l'influence qu'exercent les anesthésiques sur l'excitabilité des muscles et des nerfs (patte galvanoscopique ou grenouille entière). Deux procédés ont été mis en œuvre. Le premier procédé, que nous avons appelé *anesthésie générale ou totale du nerf*, consiste à placer une préparation névro-musculaire dans une petite cloche renfermant des vapeurs anesthésiantes et à examiner les variations d'excitabilité au moyen d'électrodes exploratrices. Pour étudier graphiquement les variations d'excitabilité, on n'a qu'à introduire dans la cloche à expériences un tambour de Marey, dont le tube en caoutchouc traverse une ouverture du bouchon et se trouve mis en rapport à l'extérieur de la cloche avec un second tambour, muni d'un levier inscripteur. Le second procédé, auquel nous avons réservé la dénomination d'*anesthésie locale du nerf* (block-system) consiste à dénuder le nerf sciatique sur toute sa longueur et à l'entourer sur une petite étendue d'un mince bourrelet d'ouate, qu'on humectait avec de l'éther, du chloroforme ou de l'alcool. Les électrodes étaient mises en rapport avec la partie supérieure du nerf, plus haut que le point anesthésié, et l'inscription de l'excitabilité se faisait sur un myographe direct.

Nous n'entrerons pas dans cette communication sur tous les détails des variations de l'excitabilité du nerf anesthésié, cette étude a été faite ailleurs [1]. Il suffit de

[1] J. Joteyko et M. Stefanowska. Influence des anesthésiques sur l'excitabilité des muscles et des nerfs. *Annales de la Société Royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles*, t. X, 1901. et brochure de 64 pages, Lamertin, éditeur.

rappeler ici les faits les plus saillants. Les traits principaux de l'anesthésie des nerfs périphériques sont les mêmes que ceux que présentent les centres nerveux. Il y a, au début, augmentation d'excitabilité, si la dose n'est pas très forte, suivie peu après d'une diminution et de la perte complète de l'excitabilité. Après que l'anesthésique s'est dissipé, le retour des fonctions est complet. Dans l'anesthésie locale du nerf, l'action de l'anesthésique reste strictement limitée, et il n'y a pas de propagation centrifuge ou centripète. Le chloroforme est plus toxique que l'éther ; les cas de mort de la préparation sont beaucoup plus fréquents avec l'emploi du chloroforme, aussi bien dans l'anesthésie générale du nerf que dans l'anesthésie locale. Un point intéressant, c'est que dans l'anesthésie générale du nerf, c'est-à-dire quand la préparation névro-musculaire entière est plongée dans une atmosphère chargée de vapeurs anesthésiantes, les différentes parties d'un même nerf ne ressentent pas simultanément l'influence paralysante de l'agent anesthésique. Le phénomène observé présente tous les caractères d'une loi, que nous avons formulée comme suit : *Sous l'influence de l'agent anesthésique* (chloroforme, éther, alcool), *qui atteint simultanément le nerf sur toute sa longueur, l'excitation de la partie supérieure du nerf cesse d'être efficace bien avant l'excitation de sa partie inférieure. Plus un trajet du nerf est éloigné du muscle et plus vite disparaît son excitabilité. L'ordre inverse est suivi pour le rétablissement des fonctions après l'anesthésie : c'est la partie inférieure du nerf, voisine du muscle, qui récupère la première son excitabilité.* Nous avons rapporté un graphique illustrant cette action remar-

quable, qui est l'équivalent de la loi de Ritter-Valli concernant les nerfs anémiés et mourants. Nous avons aussi discuté les interprétations diverses qu'on pourrait mettre en avant pour expliquer ce phénomène *(loc. cit.)*. Il est fort probable que l'ingénieuse théorie de *Herzen* sur l'amortissement de l'ébranlement fonctionnel pourrait lui être applicable.

On peut maintenant se demander, quelles sont les conclusions de cette étude faite sur l'excitabilité des nerfs périphériques et des muscles, relativement à la question qui a servi de sujet à cet entretien, c'est-à-dire relativement à la gradation des effets des anesthésiques ?... Disons tout d'abord, que le muscle est beaucoup plus réfractaire que le nerf à l'action des anesthésiques. Au moment où sous l'influence de l'anesthésie de la patte galvanoscopique, l'excitation nerveuse est devenue inefficace, l'excitation du muscle l'est encore. Mais à notre point de vue, il existe un autre fait bien plus démonstratif : c'est la persistance de la contraction idio-musculaire après la cessation de toute contraction névro-musculaire. La contraction idio-musculaire est la dernière à disparaître.

Enfin, nous avons recherché l'ordre de disparition de l'excitabilité des fibres nerveuses sensitives et des fibres nerveuses motrices sous l'influence de l'anesthésie. Cette étude avait d'ailleurs été faite déjà en 1892 par Pereles et Sachs qui adoptèrent la méthode des réflexes et montrèrent, que dans l'anesthésie locale du nerf, l'excitabilité des fibres sensitives disparaît avant l'excitabilité des fibres motrices, et que le réveil des fibres motrices précède le réveil des fibres sensitives.

Dans cette étude d'ensemble, la reprise du même sujet nous a paru justifiée, d'autant plus que nous avons appliqué une nouvelle méthode aux expériences. C'est la méthode de la *réaction à la douleur* qui nous a permis de dissocier l'effet produit par les anesthésiques sur les fibres nerveuses de la sensibilité et sur les fibres nerveuses de la motricité, et de voir, d'accord avec Pereles et Sachs, que ce sont les fibres sensitives qui sont atteintes en premier lieu. Nous procédons de la façon suivante : A une grenouille entière et vivante, dont le nerf sciatique est dénudé, on anesthésie un trajet nerveux situé vers le milieu du nerf (voir fig. 1).

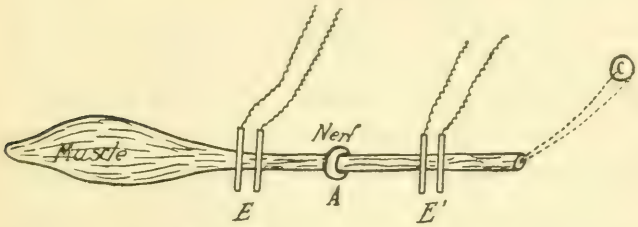


Fig. 1. — Schéma de l'expérience montrant l'envahissement successif par l'anesthésie des fibres nerveuses sensitives et des fibres nerveuses motrices. A = point du nerf anesthésié ; E, E' = électrodes ; C = cerveau.

Une paire d'électrodes est placée en amont (E') du point éthérisé ; une seconde paire est placée en aval (E) du point éthérisé. Avant le début de l'anesthésie du point intermédiaire, l'excitation du point E' aussi bien que du point E détermine les deux réactions : *a* la *réaction motrice*, contractions du gastrocnémien ; *b* la *réaction sensitive* ; la grenouille réagira à la douleur causée par le passage du courant par des contorsions désordonnées de tout le corps. Il s'agit maintenant de savoir laquelle de ces deux réac-

tions disparaîtra la première sous l'influence de l'anesthésie locale du tronc nerveux et laquelle sera la première à revenir. Voici la succession des symptômes qu'on observe en anesthésiant le trajet intermédiaire : 1° *L'excitation du point E'* (en amont du trajet anesthésié) *produit encore une réaction motrice* (preuve que la transmission centrifuge peut s'accomplir) *alors que l'excitation du point E* (en aval de l'obstacle à la transmission) *ne détermine plus de réaction à la douleur* (preuve que la transmission centripète est arrêtée), 2° *Dans une seconde phase, l'excitation du point E' cesse de provoquer la réaction motrice* (preuve que la transmission centrifuge est arrêtée); 3° *Quand on enlève l'anesthésique, la réaction motrice obtenue en excitant le point E' précède la réapparition de la réaction à la douleur obtenue par l'excitation du point E ;* 4° *La réaction à la douleur déterminée par l'excitation du point E apparaît en dernier lieu.* Dans l'anesthésie locale des troncs nerveux, l'excitabilité des fibres sensitives disparaît avant l'excitabilité des fibres motrices ; le réveil des fibres motrices précède le réveil des fibres sensitives. D'une manière générale, la fibre sensitive est plus sensible, la fibre motrice plus résistante à l'action des anesthésiques,

Grâce à ces recherches, il nous est permis d'établir un classement plus complet des organes nerveux par ordre de susceptibilité à l'action anesthésique. Voici la liste des appareils par ordre de susceptibilité : 1° *Centres sensitifs de l'écorce ;* 2° *Centres moteurs de l'écorce;* 3° *Territoires sensitifs de la moelle ;* 4° *Territoires moteurs de la moelle ;* 5° *Bulbe ;* 6° *Fibres nerveuses sensitives ;* 7° *Fibres nerveuses motrices ;* 8° *Muscle.*

L'inspection de cette liste suscite quelques remarques. Tout d'abord, nous n'y trouvons aucune notion relativement à la place occupée par les terminaisons motrices. C'est une lacune que nous allons combler prochainement. Qu'il nous suffise de dire, que l'examen des propriétés des terminaisons nerveuses n'est pas aussi simple qu'il paraissait l'être, car les anciens procédés de dissociation des propriétés de la substance musculaire d'avec celles des terminaisons nerveuses intra-musculaires ne sont plus suffisants aujourd'hui (la curarisation est dans ce cas). Quoiqu'il en soit, les anesthésiques n'exercent pas une action curarisante dans le sens que Vulpian avait supposé. Il est vrai qu'au moment où, sous l'influence de l'anesthésie, l'excitation nerveuse est devenue inefficace, l'excitation musculaire l'est encore. Mais rien ne s'oppose à admettre que l'inefficacité de l'excitation nerveuse ne soit due à une influence de l'anesthésique sur la fibre nerveuse elle-même. Bien plus, nous possédons des preuves expérimentales directes de cette influence de l'anesthésique sur la fibre nerveuse. Il est donc impossible d'attribuer aux anesthésiques une action curarisante.

Mais le fait le plus intéressant qui se dégage avec évidence de l'examen de cette liste, c'est la prédilection constante de l'agent anesthésique pour les appareils sensitifs. Cette prédilection n'est pas absolue, car l'agent anesthésique ne frappe pas de prime abord tous les appareils sensitifs, pour porter consécutivement son action sur tous les appareils moteurs, mais elle est régionale. En effet, abstraction faite du bulbe et du muscle, nous voyons qu'en prenant l'action

anesthésique pour mesure, on peut diviser tout le système nerveux en trois étages, comprenant les hémisphères cérébraux, les territoires de la moelle et le tronc nerveux mixte. En descendant l'arbre nerveux nous abordons des territoires de plus en plus réfractaires à l'action anesthésique. Chaque territoire possède en outre des éléments qui sont doués d'une résistance inégale, l'élément sensitif étant plus susceptible à l'action anesthésique que l'élément moteur.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AUX

FORTIFICATIONS DE SAINT-MAURICE

pendant l'année 1901

RÉSUMÉ

PAR

R. GAUTIER

Directeur de l'Observatoire de Genève

(*Suite et fin*[1].)

III. Résumé annuel.

La forme de ce résumé sera, comme précédemment, analogue à celle des résumés météorologiques pour Genève et le Grand Saint-Bernard. De même que pour ces deux stations, j'ai adopté, comme période totale, l'*année météorologique 1900-1901*, afin de pouvoir grouper les résultats par *saisons*. Mais comme l'année civile est actuellement à la base de la plupart des travaux météorologiques, j'ai introduit partout les résultats du mois de décembre 1901, qui ne sont pas encore publiés en détail, et ceux de l'*année civile 1901*.

Ce résumé a été réduit aux tableaux principaux. Il ne porte naturellement que sur les quatre éléments météorologiques observés aux fortifications de St-Maurice : la *température*, la *pression atmosphérique*, la

[1] Voir *Archives*, mai 1902, tome XIII, p. 490.

nébulosité et la *pluie* et la *neige*. Je me bornerai d'ailleurs à quelques explications relatives aux tableaux suivants dont les éléments se trouvent, pour la plupart, dans les tableaux mensuels.

I. *Température.*

Les *tableaux I* et *II* fournissent, pour les deux stations de Savatan et de Dailly : 1° Les valeurs moyennes des températures des différentes périodes (mois, saisons, année) pour les trois époques diurnes d'observation; 2° les températures moyennes des mêmes périodes calculées, comme dans les publications du Bureau central météorologique suisse[1], sur deux formules différentes : *a)* en prenant la moyenne arithmétique des trois températures moyennes diurnes, *b)* en attribuant un poids double à l'observation de 9 heures du soir; ce sont ces dernières moyennes que j'ai employées plus loin; 3° les valeurs moyennes, pour les mêmes périodes, des températures minima et maxima.

L'*année météorologique 1901* a été un peu plus froide que la normale à Genève, de — 0°.1, et un peu davantage au Grand Saint-Bernard, de — 0°.3. Les températures moyennes de l'année 1901 à Savatan et à Dailly (8°.0 et 5°.5) doivent donc, selon toute probabilité, se rapprocher de la température moyenne vraie de ces deux stations, tout en restant probablement un peu au-dessous.

L'*année civile* est plus froide que l'année météorologique, de 0°.2 à Savatan et de 0°.3 à Dailly, à cause

[1] *Annalen der schweizerischen meteorologischen Centralanstalt.*

I. TEMPÉRATURE. SAVATAN, 1901

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Température moyenne $\frac{7+1+9}{3}$	Température moyenne $\frac{7+1+2\times9}{4}$	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°		
Déc. 1900.	+ 1.57	+ 3.84	+ 2.19	+ 2.53	+ 2.45	+ 0.5	+ 4.8
Janv. 1901	- 1.57	+ 0.83	- 0.85	- 0.53	- 0.61	- 3.1	+ 2.0
Février ...	- 5.52	- 1.67	- 3.79	- 3.66	- 3.69	- 6.1	- 0.3
Mars	+ 0.24	+ 3.86	+ 1.86	+ 1.99	+ 1.95	- 0.7	+ 5.2
Avril	6.47	11.21	7.98	8.55	8.41	+ 4.9	13.2
Mai	9.46	16.19	12.75	12.80	12.79	8.6	18.5
Juin	13.37	19.37	15.77	16.17	16.07	12.3	21.4
Juillet	15.11	20.88	17.72	17.91	17.86	14.4	22.9
Août.....	13.89	18.52	16.36	16.26	16.28	13.2	20.7
Septembre.	12.42	16.58	13.75	14.25	14.12	11.6	18.0
Octobre ...	+ 7.04	10.59	8.04	8.56	8.43	+ 6.5	11.6
Novembre.	- 0.12	3.07	1.23	1.40	1.35	- 0.6	4.1
Décembre .	- 0.74	+ 2.02	+ 0.24	+ 0.50	+ 0.44	- 1.8	+ 3.2
Hiver.....	- 1.72	+ 1.09	- 0.71	- 0.45	- 0.51	- 2.8	+ 2.3
Printemps.	+ 5.38	10.41	+ 7.52	+ 7.77	+ 7.71	+ 4.3	12.3
Eté.....	14.13	19.59	16.63	16.78	16.74	13.3	21.6
Automne..	6.45	10.09	7.68	8.07	7.97	5.8	11.2
Année mét.	+ 6.10	+10.35	+ 7.83	+ 8.09	+ 8.03	+ 5.2	+11.9
Année civ.	+ 5.91	+10.19	+ 7.66	+ 7.92	+ 7.85	+ 5.0	+11.8

II. TEMPÉRATURE. DAILLY, 1901

Période	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Température moyenne $\frac{7+1+9}{3}$	Température moyenne $\frac{7+1+2\times9}{4}$	Minimum moyen	Maximum moyen
	°	°	°	°	°		
Déc. 1900.	+ 1.25	+ 3.57	+ 1.75	+ 2.19	+ 2.08	- 1.3	+ 5.4
Janv. 1901	- 1.59	+ 1.29	- 1.46	- 0.59	- 0.80	- 4.4	+ 2.8
Février ...	- 7.50	- 4.34	- 6.28	- 6.04	- 6.10	- 9.4	- 2.6
Mars	- 2.68	+ 0.12	- 1.54	- 1.37	- 1.41	- 4.5	+ 2.0
Avril... .	+ 3.81	6.87	+ 4.98	+ 5.22	+ 5.16	+ 1.8	9.2
Mai	6.57	10.87	9.04	8.83	8.88	5.4	13.3
Juin.....	10.77	14.55	12.11	12.48	12.39	9.0	16.5
Juillet. ..	12.74	16.21	14.51	14.49	14.49	11.0	18.1
Août	11.51	14.99	13.26	13.25	13.25	10.0	16.8
Septembre	9.96	13.15	11.06	11.39	11.31	8.4	14.6
Octobre ...	+ 4.74	7.85	+ 6.09	6.23	+ 6.19	+ 3.6	9.1
Novembre.	- 1.04	2.01	- 0.56	+ 0.14	- 0.04	- 3.1	3.5
Décembre .	- 2 37	+ 0.21	- 1.51	- 1.22	- 1.29	- 4.4	+ 1.9
Hiver.....	- 2.45	+ 0.33	- 1.85	- 1.33	- 1.45	- 4 9	+ 2.0
Printemps	+ 2.55	5.94	+ 4.15	+ 4.22	+ 4.20	+ 0.9	8.1
Eté	11.68	15.26	13.30	13.42	13.38	10.0	17.1
Automne.	4.56	7 67	5.54	5.92	5.83	3.0	9.1
Année mét.	+ 4.12	+ 7.34	+ 5 32	+ 5.59	+ 5.52	+ 2.3	+ 9.1
Année civ.	+ 3.81	+ 7.05	+ 5.05	+ 5.30	+ 5.24	+ 2.0	+ 8.8

du mois de décembre 1901 qui est plus normal que le mois chaud de décembre 1900.

Les *températures moyennes mensuelles extrêmes* sont : la plus élevée, celle de juillet aux deux stations : la plus basse, celle de février aux deux stations également. L'amplitude totale est de 21°.6 à Savatan et de 20°.6 à Dailly, sensiblement plus forte qu'en 1900.

En comparant les températures des deux stations dans le courant de l'année, on trouve, comme toujours, une *décroissance variable avec l'altitude* suivant les saisons et les mois. La différence de hauteur des thermomètres est de 563 m.

L'*hiver* donne une décroissance faible de 0°.94, soit 0°.17 pour 100 mètres d'élévation, avec une décroissance minimum de 0°.19 en janvier, ou 0°.03 seulement pour 100 m. Le *printemps* fournit la décroissance la plus forte, 3°.51, soit 0°.62 pour 100 m. avec la décroissance maximum en mai, 3°.91, soit 0°.69 pour 100 m. L'*été* donne une décroissance de 3°.36, soit 0°.60 pour 100 m. L'*automne* 2°.14, soit 0°.38 pour 100 m. — L'*année météorologique* donne, comme moyenne, 2°.51, soit 0°.44 pour 100 m., et l'*année civile* 2°.61, soit 0°.46 pour 100 m.

Les cas d'*inversion de la température* entre les deux stations sont indiqués dans le petit tableau suivant relevé sur les tableaux des températures diurnes des différents mois :

Jours d'inversion de la température.

Décembre 1900	13 jours	Octobre 1901	1 jour
Janvier 1901	12 »	Novembre »	9 »
Février »	3 »	Décembre »	6 »
Année météorol.	38 jours	Année civile	31 jours

III. Classement des Températures diurnes. SAVATAN, 1901.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et -5	-5° et -10	-10° et -15	-15° et -20	-20° et -25		
Déc. 1900	—	—	3	26	2	—	—	—	-0.7° les 11 et 18	+7.7° le 6
Janv. 1901	—	4	10	17	—	—	—	—	-9.4 les 5 et 6	4.4 le 8
Février..	1	10	12	5	—	—	—	—	-11.3 le 15	5.0 le 28
Mars....	—	1	8	14	8	—	—	—	-5.1 le 28	9.5 le 17
Avril....	—	—	—	6	13	11	—	—	+0.7 le 17	14.5 les 8 et 9
Mai.....	—	—	—	—	9	13	8	1	6.5 le 8	20.7 le 31
Juin	—	—	—	—	4	4	18	4	6.9 le 19	22.5 le 1
Juillet...	—	—	—	—	—	5	15	11	12.1 le 4	22.3 le 19
Août....	—	—	—	—	—	8	21	2	11.1 le 28	20.7 le 24
Sept.....	—	—	—	—	1	16	13	—	8.9 le 14	19.3 le 21
Octobre .	—	—	—	1	21	8	1	—	+4.3 le 30	16.1 le 1
Nov.....	—	—	8	21	1	—	—	—	-3.1 le 27	9.3 le 13
Déc.....	—	—	13	18	—	—	—	—	-3.1 le 7	4.7 le 13
An. mét.	1	15	41	90	59	65	76	18	-11.3 le 15 fev. 1901	+22.5 le 1 juin 1901
An. civ..	1	15	51	82	57	65	76	18	» »	» »

IV. Classement des Températures diurnes. DAILLY, 1901.

Période	Nombre de jours dont la température est comprise entre								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	-5° et +10	-10° et +15	-15° et +20	-20° et +25		
Déc. 1900	—	—	6	19	6	—	—	—	-1.4° le 3	+7.5° le 6
Janv. 1901	1	5	9	14	2	—	—	—	-11.1 le 5	7.4 le 24
Février..	6	12	7	3	—	—	—	—	-12.3 le 15	1.8 le 28
Mars....	—	6	13	12	—	—	—	—	-8.5 le 28	4.5 le 19
Avril....	—	—	3	9	17	1	—	—	-2.2 le 17	12.7 le 8
Mai.....	—	—	—	7	10	11	3	—	+2.3 le 8	17.5 le 31
Juin	—	—	—	3	4	14	9	—	1.8 le 19	19.1 le 30
Juillet...	—	—	—	—	2	15	14	—	8.8 le 4	18.8 le 19
Août....	—	—	—	—	4	18	9	—	7.8 le 29	17.4 les 9, 10 et 19
Sept	—	—	—	—	9	16	5	—	5.8 le 12	17.2 le 9
Octobre..	—	—	—	14	14	3	—	—	+2.6 le 7	11.8 le 1
Nov.....	—	5	7	14	4	—	—	—	-6.7 le 27	6.6 les 2 et 3
Déc.....	—	—	21	9	1	—	—	—	-4.9 le 28	5.4 le 31
An. mét.	7	28	45	95	72	78	40	—	-12.3 le 15 fev. 1901	-19.1 le 30 juin 1901
An. civ..	7	28	60	85	67	78	40	—	» »	» »

Cette anomalie s'est présentée le plus souvent au commencement de l'hiver, en décembre 1900 et janvier 1901. Le nombre de cas d'inversion est plus du double de celui de l'année précédente.

Les *tableaux III et IV* fournissent, pour les deux stations, le classement des jours de chaque mois et de l'année d'après leur température moyenne, ces températures étant groupées entre des limites variant de 5 en 5 degrés, de — 15° à + 25° pour les deux stations.

Les *tableaux V et VI* donnent les *températures extrêmes* observées à Savatan et à Dailly ainsi que les indications sur les nombres de jours où le minimum ou le maximum sont restés au-dessous de zéro, ce qui fournit les *jours de gel* et les *jours de non-dégel*. Toutes ces indications ne peuvent être prises sur les tableaux

V. Températures extrêmes. SAVATAN, 1901.

Période	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours Minimum au-dessous de 0°	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Décemb. 1900.	– 4.0	le 19	+ 10.0	le 6	14	—
Janvier 1901.	–12.2	le 6	7.2	le 19	22	10
Février.....	–13.8	le 16	9.2	le 28	25	14
Mars.....	– 8.0	le 29	13.6	le 19	21	3
Avril.....	– 1.6	le 18	20.0	le 8	2	—
Mai.....	+ 2.4	le 8	26.8	le 31	—	—
Juin.....	3.6	le 19	28.2	le 30	—	—
Juillet.....	8.8	le 3	28.6	le 21	—	—
Août.....	7.8	le 27	26.0	les 9 et 20	—	—
Septembre...	8.0	le 14	24.8	le 21	—	—
Octobre.....	+ 3.2	le 30	18.6	le 1	—	—
Novembre...	– 4.2	le 28	11.8	le 13	21	2
Décembre...	– 5.2	le 7	11.8	le 13	27	2
Année mét...	–13.8	le 16 fév. 01	+28.6	le 21 juill. 01	105	29
Année civile.	»	»	»	»	118	31

VI. Températures extrêmes. DAILLY, 1901.

Période	Minimum absolu	Date	Maximum absolu	Date	Nombre de jours Minimum au-dessous de 6°	Nombre de jours Maximum au-dessous de 0°
	°		°			
Décemb. 1900.	– 5.5	le 4	+10.6	le 18	23	2
Janvier 1901.	–14.3	les 5 et 6	12.6	le 24	28	7
Février.....	–17.2	le 15	6.1	le 26	28	21
Mars.....	–11.9	le 29	9.2	le 19	27	10
Avril	– 5.0	le 18	17.5	le 8	11	—
Mai.....	– 1.3	le 1	21.7	le 31	4	—
Juin	– 0.5	le 19	23.8	le 30	2	—
Juillet.....	+ 6.3	le 3	23.5	le 21	—	—
Août.....	+ 2.9	le 27	22.5	le 24	—	-
Septembre...	+ 4.1	le 16	20.5	le 9	—	—
Octobre	– 0.5	le 8	15.2	le 6	1	—
Novembre ...	– 8.8	le 28	11.4	le 12	23	8
Décembre....	– 7.8	le 12	9.4	le 31	29	10
Année mét...	–17.2	le 15 fév. 01	+23.8	le 30 juin 01	147	48
Année civile.	»	»	»	»	153	56

mensuels publiés plus haut, mais elles ont été relevées sur les feuilles d'observation originales et les feuilles de réduction conservées à l'observatoire de Genève.

D'après ces tableaux, l'*amplitude extrême* est de 42°.4 à Savatan et de 41°.0 à Dailly.

II. *Pression atmosphérique.*

Les *tableaux VII* et *VIII* donnent d'abord, pour Savatan et pour Dailly, les valeurs moyennes de la pression atmosphérique pour les mois, les saisons et l'année météorologique et civile. Ces valeurs moyennes sont les moyennes arithmétiques des pressions moyennes des mêmes périodes prises aux trois époques des observations diurnes. Les colonnes suivantes des tableaux fournissent les différences entre ces moyennes des trois observations diurnes et la moyenne générale

VII. Pression atmosphérique. SAVATAN, 1901.

Période	Pression moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm.	mm.	mm.	mm.
Décembre 1900....	706.59	– 0.06	– 0.05	+ 0.11
Janvier 1901.....	705.69	– 0.01	– 0.10	+ 0.11
Février.....	701.65	+ 0.09	– 0.14	+ 0.05
Mars.....	697.15	+ 0.03	– 0.26	+ 0.23
Avril.....	702.56	– 0.17	– 0.13	+ 0.30
Mai.....	703.00	+ 0.32	– 0.37	+ 0.05
Juin.....	704.71	+ 0.19	– 0.31	+ 0.12
Juillet.....	703.90	+ 0.18	– 0.30	+ 0.12
Août.....	705.60	– 0.01	– 0.19	+ 0.20
Septembre.....	702.18	+ 0.02	– 0.33	+ 0.31
Octobre.....	702.28	+ 0.27	– 0.38	+ 0.11
Novembre.....	705.83	– 0.08	– 0.28	+ 0.36
Décembre.....	698.59	– 0.24	– 0.13	+ 0.37
Hiver.....	704.75	+ 0.01	– 0.10	+ 0.09
Printemps.....	700.89	+ 0.06	– 0.25	+ 0.19
Été.....	704.74	+ 0.12	– 0.27	+ 0.15
Automne.....	703.42	+ 0.07	– 0.33	+ 0.26
Année météorolog..	703.44	+ 0.07	– 0.24	+ 0.17
Année civile.....	702.76	+ 0.05	– 0.25	+ 0.20

VIII. Pression atmosphérique. DAILLY, 1901.

Période	Pression moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.
	mm.	mm.	mm.	mm.
Décembre 1900....	659.46	+ 0.07	– 0.21	+ 0.14
Janvier 1901.....	657.90	+ 0.02	– 0.17	+ 0.15
Février.....	653.45	+ 0.03	+ 0.01	– 0.04
Mars.....	650.01	– 0.02	– 0.17	+ 0.19
Avril.....	656.48	– 0.29	– 0.11	+ 0.40
Mai.....	657.39	+ 0.03	– 0.13	+ 0.10
Juin.....	659.67	– 0.02	– 0.15	+ 0.17
Juillet.....	659.06	– 0.04	– 0.14	+ 0.18
Août.....	660.29	0.00	– 0.10	+ 0.10
Septembre.....	657.07	– 0.06	– 0.09	+ 0.15
Octobre.....	656.26	+ 0.21	– 0.16	– 0.05
Novembre.....	658.32	– 0.08	– 0.17	+ 0.25
Décembre.....	651.52	– 0.25	– 0.09	+ 0.34
Hiver.....	657.05	+ 0.04	– 0.13	+ 0.09
Printemps.....	654.60	– 0.09	– 0.14	+ 0.23
Été.....	659.67	– 0.02	– 0.13	+ 0.15
Automne.....	657.20	+ 0.03	– 0.14	+ 0.11
Année météorolog..	657.13	– 0.01	– 0.13	+ 0.14
Année civile.....	656.46	– 0.04	– 0.12	+ 0.16

de la période. On ne peut naturellement, au moyen de ces trois données, déduire la courbe de la variation diurne de la pression atmosphérique, mais on peut cependant constater une différence assez sensible dans l'allure des oscillations diurnes des deux baromètres placés à des altitudes différant de 564^{m}.75.

Quant à la *variation annuelle* de la pression atmosphérique, elle ne se ressemble guère d'une année à l'autre. En 1901, on constate aux deux stations un minimum principal en mars et un minimum secondaire important en décembre 1901. Puis il y a un minimum secondaire en juillet et un autre en septembre à Savatan, en octobre à Dailly. Les maxima principaux sont en décembre 1900, en août et en novembre 1901. Le premier est plus accusé à Savatan, le deuxième à Dailly. Puis il y a un maximum secondaire en juin.

La différence moyenne annuelle de la pression entre les deux stations est de 46^{mm}.31. Si l'on tient compte des valeurs moyennes annuelles : 1° de la pression, 703^{mm}.44 et 657^{mm}.13 ; 2° de la température, 8°.03 et 5°.52 ; et que l'on adopte 0.75 pour la fraction de saturation moyenne aux deux stations, les tables hypsométriques de Plantamour donnent, pour la différence d'altitude entre Savatan et Dailly, 561^{m}.1, valeur qui ne diffère que peu de celle qui résulte du nivellement.

Les *tableaux IX et X* reproduisent, pour les deux stations, les valeurs extrêmes de la pression atmosphérique, relevées sur les tableaux conservés à l'observatoire de Genève et contenant toutes les valeurs de la pression mesurée trois fois par jour et réduite à zéro.

IX. Pressions extrêmes. SAVATAN, 1901.

Période	Minimum	Maximum	Amplitude
Décembre 1900	690.6 le 31	715.8 le 16	25.2
Janvier 1901	691.6 le 29	714.9 le 23	23.3
Février	689.7 le 5	710.3 le 10	20.6
Mars	679.2 le 19	707.7 le 5	28.5
Avril	693.6 le 26	711.9 le 3	18.3
Mai	692.7 le 7	707.8 le 21	15.1
Juin	696.7 le 13	710.2 le 25	13.5
Juillet	697.1 le 3	709.8 le 17	12.7
Août	698.4 le 26	708.4 le 23	10.0
Septembre	694.4 le 21	710.9 le 30	16.5
Octobre	692.8 le 6	709.7 le 27	16.9
Novembre	690.3 le 13	714.5 le 19	24.2
Décembre	683.5 le 22	712.3 les 1 et 7	28.8
Année météorologique	679.2 le 19 mars 1901	715.8 le 16 déc. 1900	36.6
Année civile	679.2 le 19 mars 1901	714.9 le 23 janv. 1901	35.7

X. Pressions extrêmes. DAILLY, 1901.

Période	Minimum	Maximum	Amplitude
Décembre 1900	645.0 le 31	668.3 le 16	23.3
Janvier 1901	645.1 le 29	667.3 le 23	22.2
Février	641.9 le 5	660.0 le 10	18.1
Mars	634.8 le 19	660.5 le 5	25.7
Avril	649.0 le 26	665.4 le 3	16.4
Mai	647.5 le 7	662.1 le 21	14.6
Juin	652.1 le 13	664.8 le 25	12.7
Juillet	652.5 le 3	664.4 le 17	11.9
Août	653.8 le 26	663.2 le 21	9.4
Septembre	651.0 le 13	665.1 le 29	14.1
Octobre	648.0 le 6	662.7 le 24	14.7
Novembre	645.9 le 13	664.8 le 19	18.9
Décembre	638.5 le 22	664.7 le 31	26.2
Année météorologique	634.8 le 19 mars 1901	668.3 le 16 déc. 1900	33.5
Année civile	634.8 le 19 mars 1901	667.3 le 23 janv. 1901	32.5

III. *Nébulosité.*

D'après les conventions météorologiques, la *nébulosité* s'exprime par un nombre compris entre 0 et 10. Zéro (0) correspond à un ciel entièrement clair; dix

(10) à un ciel entièrement couvert. On déduit les nébulosités moyennes des mois, des saisons et de l'année des valeurs de la nébulosité des différents jours fournies dans les tableaux mensuels.

Dans le *tableau XI*, la nébulosité ou l'état du ciel

XI. État du Ciel.

Période.	LAVEY					SAVATAN					DAILLY				
	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très nuag.	Jours couverts.	Nébulosité moyenne.
Déc. 1900 .	13	2	4	12	4.9	13	3	6	9	4.4	16	2	2	11	4.1
Janv. 1901.	13	6	5	7	4.4	16	4	4	7	3.8	18	3	3	7	3.1
Février . . .	11	8	6	3	3.6	13	6	4	5	3.7	12	9	2	5	3.6
Mars	3	7	6	15	6.9	5	10	4	12	5.8	6	6	7	12	6.2
Avril	7	3	7	13	6.1	7	7	6	10	5.5	8	5	7	10	5.4
Mai.	9	13	6	3	3.9	15	11	3	2	3.0	13	9	4	5	4.0
Juin.	11	5	5	9	4.7	15	5	6	4	3.7	12	6	6	6	4.2
Juillet	12	5	7	7	4.3	14	5	8	4	3.7	11	11	2	7	4.0
Août.	13	5	4	9	4.4	15	5	5	6	3.5	16	5	5	5	3.7
Septembre.	6	5	9	10	5.9	8	6	9	7	5.2	6	5	8	11	6.0
Octobre . . .	9	6	6	10	5.4	7	9	6	9	5.3	9	8	3	11	4.9
Novembre.	12	6	2	10	4.7	9	9	2	10	4.7	12	7	2	9	4.3
Décembre.	8	5	7	11	5.7	8	7	8	8	5.1	7	6	6	12	5.8
Hiver.	37	16	15	22	4.3	42	13	14	21	4.0	46	14	7	23	3.6
Printemps .	19	23	19	31	5.6	27	28	13	24	4.8	27	20	18	27	5.2
Été.	36	15	16	25	4.5	14	15	19	14	3.6	39	22	13	18	4.0
Automne . .	27	17	17	30	5.3	24	24	17	26	5.1	27	20	13	31	5.1
Année mét.	119	71	67	108	4.9	137	80	63	85	4.4	139	76	51	99	4.5
Année civ.	114	74	70	107	5.0	132	84	65	84	4.4	130	80	55	100	4.6

aux trois stations où on l'observe est indiqué de deux manières différentes : 1° par le nombre des jours *clairs*, *peu nuageux*, *très nuageux* et *couverts*, ces désignations correspondant aux valeurs moyennes de la nébulosité diurne comprises entre les limites : 0.0 et 2.5, 2.5 et 5.0, 5.0 et 7.5, 7.5 et 10.0; 2° par la valeur moyenne de la nébulosité de chaque période.

Le mois le moins nébuleux a été janvier à Dailly, février à Lavey et août à Savatan. Le plus nébuleux a été mars aux trois stations. Le printemps et l'automne ont été les saisons les plus nébuleuses, la moins nébuleuse a été l'hiver aux deux stations extrêmes et l'été à Savatan.

Si l'on compare les trois stations entre elles, on trouve de nouveau en 1901 que c'est Savatan qui a la nébulosité minimum pour l'année et pour la majeure partie des saisons.

IV. *Pluie et neige.*

Le *tableau XII* contient le relevé de tout ce qui concerne les précipitations atmosphériques, hauteur de pluie et nombre de jours de précipitations, d'après les tableaux mensuels. Rappelons ici les altitudes actuelles des différents pluviomètres :

Station :	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
Altitude :	440^{m}	671^{m}	1244^{m}	1446^{m}

L'année 1901 conserve le caractère d'année humide qu'avait déjà l'année 1900, et les hauteurs de pluie sont peu différentes entre ces deux années.

XII. Précipitations atmosphériques dans l'année 1901.

Période	Hauteur d'eau tombée en mm.				Nombre de jours de précipitations			
	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Déc. 1900.	78.0	87.0	87.5	76.2	9	9	11	10
Janv. 1901	52.4	39.7	41.5	49.8	8	8	8	8
Février...	35.0	26.0	23.4	26.3	7	8	13	12
Mars.....	111.7	89.8	95.7	75.9	14	15	16	15
Avril.....	145.9	142.5	147.5	126.8	18	17	18	18
Mai.....	34.0	32.2	33.0	35.7	11	7	11	10
Juin.....	85.0	90.1	110.0	88.4	12	16	20	19
Juillet....	92.1	90.6	100.2	104.7	15	17	19	15
Août.....	88.8	89.8	94.0	101.4	12	10	11	12
Septembre.	127.1	129.7	168.2	166.7	16	17	15	19
Octobre...	60.6	67.7	68.9	66.6	11	11	12	12
Novembre.	45.3	44.8	37.3	28.5	7	6	7	7
Décembre.	73.7	68.0	67.8	53.4	11	9	11	11
Hiver.....	165.4	152.7	152.4	152.3	24	25	32	30
Printemps.	291.6	264.5	277.2	238.4	43	39	45	43
Été.....	265.9	270.5	304.2	294.5	39	43	50	46
Automne..	233.0	242.2	274.4	261.8	34	34	34	38
Année mét.	955.9	929.9	1008.2	947.0	140	141	161	157
Année civ.	951.6	910.9	988.5	924.2	142	141	161	158

A Genève l'année 1901 est sensiblement plus humide que 1900. Au Saint-Bernard, elle est très humide au même degré. Voici, à titre de comparaison, les chiffres obtenus :

	Genève (406m)		Gd St-Bernard (2476m)	
Année mét.	956mm.9	149 jours	1594mm.0	145 jours
» civile.	966mm.0	150 »	1657mm.1	149 »

Si l'on néglige pour les quatre stations de St-Maurice ainsi que pour Genève et le Grand Saint-Bernard les jours où il est tombé moins de 1mm d'eau, on trouve :

	Genève	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille	St-Bernard
Année mét.	107	117	118	117	111	141
» civile	109	118	119	120	113	145

Si l'on compare ensuite les quatre stations entre

elles, on trouve, comme précédemment, que c'est à Dailly que la quantité d'eau est la plus abondante. A l'Aiguille, les précipitations mesurées sont beaucoup plus considérable que les autres années ; elles ne dépassent pas celles de Dailly, comme je l'ai indiqué un peu prématurément dans le résumé de l'année 1900 ; mais elles sont tout à fait comparables à celles des deux stations inférieures. Quoique le pluviomètre soit mieux abrité qu'auparavant, le vent règne naturellement toujours plus fort à une altitude de 1450 mètres, près d'un sommet, que plus bas dans la vallée. On peut remarquer que, en hiver et au printemps, c'est la station de Lavey qui accuse les précipitations les plus abondantes. En été et en automne, l'augmentation des chutes d'eau avec la hauteur s'accuse en revanche très nettement.

Le *tableau XIII* fournit la récapitulation des hauteurs de neige mesurées aux quatre stations, ainsi que l'indi-

XIII. Neige dans l'année 1901.

Période	Hauteur de neige en centimètres				Nombre de jours de neige			
	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille	Lavey	Savatan	Dailly	Aiguille
	cm.	cm.	cm.	cm.				
Déc. 1900 .	—	—	19	20	—	—	4	5
Janv. 1901.	17	19	41	72	1	3	7	8
Février . . .	40	49	64	63	6	7	13	12
Mars.	21	57	131	118	4	8	14	14
Avril	—	—	56	53	—	—	5	5
Mai	—	—	—	22	—	—	—	3
Juin.	—	—	2	8	—	—	1	2
Octobre . . .	—	—	1	3	—	—	1	2
Novembre .	—	—	11	20	—	—	5	5
Décembre .	4	22	44	36	2	5	8	10
Année mét.	78	125	325	379	11	18	50	56
Année civ.	82	147	350	395	13	23	54	61

cation des nombres de jours de neige. C'est naturellement à l'Aiguille que nous trouvons la quantité de neige maximum et le plus de jours de neige.

En 1901, la neige a encore fait une apparition en juin aux deux stations supérieures, tandis qu'en 1900 elle avait disparu au mois d'avril aux quatre stations. Elle a reparu en octobre à Dailly et à l'Aiguille et en décembre 1901 seulement à Lavey et à Savatan.

NOTES POUVANT SERVIR DE BASE

A UNE

THÉORIE DE L'EXPLOSION VOLCANIQUE

PAR

A. BRUN

Licencié ès-sciences

Jusqu'à présent, il n'a pas été présenté de théorie incontestable du phénomène volcanique *explosif*.

Il est naturel de penser que, durant l'explosion, toute observation scientifique complète est impossible, et que l'on ne peut que se borner à observer les effets, sans qu'il soit possible d'étudier les causes. Aussi les imaginations se sont-elles donné libre carrière et les explications n'ont pas fait défaut.

Il est certain que les analyses des gaz de l'explosion faites aussi rigoureusement que celles fournies par les fabricants de poudre à canon donneraient satisfaction aux géologues, mais ce travail étant en dehors de la possibilité humaine, nous devons tourner la difficulté.

Raisonnant par analogie, des savants ont émis et soutenu des idées ayant quelque apparence de vérité. Des chimistes enthousiastes du four électrique y ont puisé des généralisations mondiales et décrit hardiment

les réactions chimiques qui peuvent se passer au centre du globe.

Mais tout cela ne satisfait pas le géologue, car la base expérimentale réelle lui manque encore.

En 1901 et 1902, M. Armand Gautier et moi-même avons fait des expériences qui, à mon avis, peuvent servir de prolégomènes à l'érection d'une théorie.

Ces expériences étant incontestables, il ne peut y avoir de différences que sur leur interprétation et sur la généralisation plus ou moins grande qu'on voudra leur prêter.

Mais je le dis de suite, elles peuvent à elles seules donner une explication suffisante du phénomène explosif d'un volcan et ceci à l'exclusion de toute hypothèse plus ou moins hasardée.

Dans le rapide résumé que je fais ici je considérerai les points suivants :

1. La température à laquelle sont portés les produits de l'explosion.

2. La nature et l'origine de l'explosif.

3. Accessoirement, la quantité d'explosif nécessaire pour produire un effet donné.

I. *Température.*

J'ai eu l'honneur de publier dans les *Archives* (avril 1902) des expériences permettant d'établir expérimentalement la température des laves coulantes.

J'ai montré que la lave coulante de la cheminée du Stromboli ne dépassait pas 1230° et qu'au sein de cette lave se produisaient des explosions violentes.

Que d'autres laves leucitiques pouvaient atteindre une température de 1410° maximum.

Mais si nous remarquons qu'un objet chauffé à 1400 est blanc pour notre œil et qu'aucun observateur n'a vu à l'émission des laves portées au blanc incandescent, mais seulement à l'orangé, je dirai que la température des masses chaudes externes du phénomène volcanique apparent est comprise entre 1230° et 1400° comme extrême limite.

Ces expériences nous donnent donc la température du phénomène volcanique externe, y compris l'explosion, et n'implique pas ce qui se passe dans les profondeurs terrestres.

Les mêmes expériences montrent du reste que la température moyenne d'élaboration d'une lave basique devra être 1500° (point de formation de l'anorthite) et que les régions portées à cette température-là sont le siège de phénomènes n'ayant pour ainsi dire pas de répercussion sur la zone la plus externe de l'écorce.

En effet, tout confirme le fait que le phénomène explosif est essentiellement superficiel et appartient aux couches les plus extérieures de la croûte terrestre.

Ceci amène donc à séparer en deux zones l'ensemble des actions volcaniques : une zone tout à fait périphérique, seule apparente, dans laquelle la température des laves rejetées et des lapillis ne dépasse pas 1230° à 1400 maximum, et une seconde zone inaccessible aux investigations humaines dont la température dépasse 1400° et dans laquelle nous ne pouvons pas savoir ce qui se passe. Le vouloir, c'est quitter le terrain de la géologie expérimentale et entrer dans le domaine des fictions et des hypothèses chimériques.

Ce point étant établi, passons à la question 2.

II. *Quelle est la nature de l'explosif.*

Les expériences d'A. Gautier, publiées dans les *Comptes rendus Acad. sc.*, 1901, montrent que toute roche de la croûte terrestre, chauffée au rouge, dégage des gaz dans lesquels prédomine H. Celui-ci étant formé par la réaction de l'H_2O de constitution sur des sels ferreux. A. Gautier ajoute que ces gaz sont en quantité suffisante pour pouvoir expliquer le phénomène volcanique (voir le mémoire original). En rapprochant ces expériences des miennes faites sur l'obsidienne, on voit que ces roches peuvent supporter sans altération une T de 830° dans les couches profondes. Le fait de dépasser cette température amène la réaction de Gautier et le phénomène explosif (voir aussi mes expériences sur les mica, épidote, meïonite, etc.).

Il est donc naturel d'admettre que l'échauffement des roches étant une source d'hydrogène, c'est celui-là qui forme l'explosif cherché.

Chauffé déjà par le fait de sa naissance à une T. voisine de 1000° il arrive au contact de l'air, s'y allume et produit le phénomène que l'on sait.

Les autres gaz inertes ajoutant leur détente à cette poussée explosive.

Les chiffres donnés par A. Gautier permettent de calculer combien de mètres cubes de roches donnent de kg. de H.

J'ajouterai que les produits lancés au loin sont toujours extra-superficiels. C'est la lave seule qui peut amener au jour les minéraux des profondeurs.

III. *Quantité d'explosif nécessaire à un effet donné.*

On peut se livrer à de petits calculs en prenant pour

base les chiffres de Gautier et la température que j'indique, ou assimiler les projections volcaniques à une suite de coups de canon tirés par l'homme.

Sans attacher plus de valeur qu'il ne faut à ces exercices d'arithmétique, on verra cependant qu'une roche simplement échauffée et contenant 4 °/₀ d'eau de constitution, fournirait assez d'explosif pour lancer son double à 5 km. de distance, en acceptant un rendement volcanique égal au rendement d'une bouche à feu.

Ceci montre simplement qu'il suffit de masses géologiques minuscules pour produire des effets humainement parlant énormes. Mais il est possible de pousser l'investigation encore plus loin.

Certaines projections présentent une soudaineté et une violence qui ne paraissent pas correspondre à la quantité d'explosif $H_2 + O$ apparente.

Nous pouvons expliquer cette difficulté en introduisant dans l'étude du volcan la notion du co-volume. Ce principe dit (pour les explosifs) : Que la pression devient théoriquement infinie, lorsque la densité de chargement atteint une valeur égale à l'inverse du co-volume.

Ce qui, traduit en langage minéralogique, exprime que : Une roche échauffée, en dégageant des gaz, produira sur son enveloppe une pression plus grande que toute grandeur connue, si la densité des produits après la chauffe, est plus petite que la densité de la roche primitive.

Pour l'obsidienne que j'ai expérimentée, nous sommes très près de cette densité limite. Cette roche chauffée dans son propre volume à une $T > 830°$ dégagera une pression plus grande que toute grandeur connue.

Donc la température seule, sans qu'il soit nécessaire d'y ajouter la réaction productrice d'H_2 peut suffire pour expliquer le soulèvement des masses, et si en outre H_2 s'allume, l'explosion atteint son paroxisme.

Origine de la chaleur.

Pour ce qui est de l'origine de la chaleur, l'acceptation du feu central n'offre pas de difficulté, pas plus que le transport sismique d'un paquet de roches dans une région plus chaude. La température de la région considérée pouvant encore être augmentée par la chaleur dégagée par les frottements des voussoirs.

Les notions que je viens d'exposer ont l'avantage d'être basées uniquement sur des expériences.

Cette théorie demande évidemment à être complétée, et je serais heureux si je pouvais provoquer une discussion ou de nouvelles recherches permettant d'avancer l'explication du phénomène le plus formidable que l'homme puisse contempler.

Genève, juin 1902.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

Séance du 22 janvier 1902.

E. Chuard et F. Porchet. Statistique des vins suisses. — H. Fæs. La chenille du chou. — B. Galli-Valerio. Purification des eaux par le bisulfate de sodium. — Dr L. Pelet. Présentation de minéraux.

MM. E. Chuard et F. Porchet remettent à la Bibliothèque le premier volume de la *Statistique analytique des vins de la Suisse*, publié par la Société suisse des chimistes analystes. Dans ce travail sont consignés les résultats des analyses de 794 échantillons de vins suisses. Le canton de Vaud y est représenté par 234 analyses groupées par régions de production.

La région de Lavaux donne pour la quantité d'alcool une moyenne de 11.1 % et 6.2 gr. par litre d'acidité. Les régions les moins privilégiées atteignent encore une moyenne de 8.7 % d'alcool.

La richesse alcoolique maximum qui a été constatée est de 13.4 % ; l'acidité minimum de 4.3 gr. par litre.

M. H. Faes parle d'une *invasion de chenilles du chou* constatée l'année dernière.

La chenille du chou ayant causé de grands ravages dans tout le canton de Vaud, le Valais, le nord de l'Italie, etc., l'auteur a fait une enquête dans un grand nombre de communes du canton pour savoir :

1° Si les chenilles étaient apparues en masse dans les dites localités ;

2° A quelle date elles étaient apparues ?

3° Dans quelle exposition se trouvaient les plantages les plus attaqués ?

Les papillons peuvent paraître en grandes masses et on en observe souvent des vols considérables, émigrant, vols comprenant plusieurs millons de papillons. De même les chenilles peuvent être très nombreuses. Dohrn raconte qu'elles arrêtèrent, en 1854, un train entre Prague et Brünn. Les roues couvertes de graisse patinaient et le train dut stopper quelque temps.

L'altitude a excercé dans le canton une influence sur l'apparition des chenilles. A la montagne, elles sont apparues environ quinze jours plus tard qu'en plaine. Le froid, comme on le sait, retarde l'éclosion des chrysalides.

Les « potagers » situés près des maisons ont été le plus ravagés ; ceux en plein champ très souvent laissés indemnes. C'est une précaution du papillon, pour que les chenilles puissent se chrysalider sous les bords des toits, des fenêtres, etc., car en plein champ elles manqueraient fréquemment d'abris.

S'il y a toujours peu de papillons en avril et mai, c'est que les chrysalides d'hiver ont péri en quantité sous l'action des oiseaux insectivores, insectes parasites et rigueurs de la mauvaise saison. Au contraire, les chrysalides d'été ne vivent que trois semaines et donnent alors presque toutes des papillons en juillet et août.

M. Faes fait ensuite une comparaison entre les années 1892 et 1901, toutes deux riches en chenilles, et montre que dans les deux cas les circonstances météorologiques avaient été très favorables au développement du papillon du chou et de sa chenille.

L'auteur parle enfin des divers insecticides à employer contre la chenille. C'est une solution de savon noir et d'alcool amylique (2 $^1/_2$ % savon noir, 1 % alcool amylique) qui lui a donné les meilleurs résultats.

M. le Dr Gonin ne pense pas qu'il faille attribuer aux froids de nos hivers la destruction d'un grand nombre de chrysalides, celles-ci étant protégées, dans leurs parties

extérieures, par une couche chitineuse dont M. Gonin expose le mode de formation ; il pense que les insectes parasites, ichneumons en particulier, doivent jouer un rôle plus important.

M. le prof. B. Galli-Valerio présente, à titre de communication préalable, quelques plaques de gélatine ensemencées avec de l'eau à laquelle on a ajouté 20 gouttes d'une culture de 48 heures de *B. typhi* et avec cette même eau traitée avec du bisulfate de soude (2 ‰) suivant la méthode proposée par MM. Parkes et Rideal. Les plaques démontrent nettement l'influence favorable exercée par le bisulfate de soude dans la destruction du *B. typhi*. L'eau traitée par cette substance est agréable à boire et ne semble pas provoquer d'action nuisible sur l'organisme.

M. le Dr L. Pelet fait circuler quelques beaux échantillons de fer uni à différents métaux rares et donne quelques renseignements sur les nouveaux procédés métallurgiques.

Séance du 5 février.

A. Vautier. La téléphotographie. — F.-A. Forel. Mouette et Anodonte.

M. Vautier fait part à la Société des travaux qu'il a faits avec différents télé-objectifs et décrit ensuite la construction d'une chambre de 2 m. 70 de longueur à laquelle il avait adapté un objectif de 2 m. 40 de foyer.

Après avoir parlé des essais satisfaisants faits avec cette chambre, M. Vautier donne la description d'un nouvel appareil avec objectif à long foyer raccourci par l'interposition de deux miroirs entre l'objectif et l'emplacement de la plaque photographique, procédé de raccourcissement inventé par M. Schær, astronome adjoint à l'Observatoire de Genève.

M. Vautier présente à la Société ce nouvel appareil long de 1 m. 10 avec un objectif de 3 m. 10 de foyer et 10 cm. de diamètre et grossissant directement dix fois ; il fait

remarquer à la Société qu'un appareil grossissant quatre fois et construit d'après ce système n'aurait plus que 40 cm. de longueur et que la pose avec ces nouveaux appareils ne dépasse pas cinq secondes avec l'emploi d'un écran jaune tandis que sans écran jaune l'instantané rapide peut être obtenu.

M. Vautier projette pendant sa communication des vues faites avec l'objectif ordinaire, avec le télé-objectif, et avec son nouvel appareil et présente également à la Société une série de photographies obtenues avec ces divers appareils.

Par de vifs applaudissements, l'assemblée, très nombreuse, présente à M. Vautier ses félicitations ; M. le Président y joint celles de la Société.

M. F.-A. Forel décrit et discute l'observation faite par M. François Doge, de la Tour-de-Peilz, d'une mouette rieuse trouvée noyée devant Montreux, en mai 1901, flottant à la surface du lac, la tête sous l'eau, le bec serré entre les valves d'une Anodonte du canard.

L'Anodonte a sa station normale sous un mètre d'eau et plus ; la mouette ne nage pas sous l'eau. Comment les deux animaux ont-ils pu se rencontrer ? La mouette peut se laisser tomber sur l'eau de quelques mètres de hauteur ; elle disparaît alors sous l'eau, mais n'y reste pas plus d'une demi-seconde ; elle ne descend pas à plus de 10 centimètres de profondeur. Pour expliquer l'observation de M. Doge, M. Forel localise l'aventure ou bien dans une anse abritée, plantée de roseaux, où l'Anodonte, à l'abri des vagues, serait venue s'égarer dans un fond de quelques centimètres seulement d'épaisseur d'eau ; ou bien sur la grève, où l'Anodonte aurait été jetée par les vagues d'une tempête.

Séance du 19 février.

F.-A. Forel. Ecrevisse du Léman. — Dr Schardt. Géologie et hydrologie du tunnel du Simplon.

M. F.-A. Forel fait circuler un Ecrevisse *Astacus fluviatilis*, capturé à Morges dans les filets des pêcheurs, à 60 m.

de profondeur. C'est un mâle de grande taille, fort âgé, pesant 57 gr., en bel état de croissance. Les pêcheurs de Morges disent avoir déjà trouvé quelquefois des écrevisses dans cette région du lac.

M. le prof. SCHARDT parle des *résultats géologiques acquis jusqu'ici pendant le percement du tunnel du Simplon.*

Le tunnel a pénétré jusqu'ici, du côté nord, à une profondeur de 6650 mètres et du côté sud 4425 m., point où la rencontre d'un terrain calcaréo-schisteux micacé, tout broyé et friable, de plus soumis à une forte pression a arrêté les travaux dès le mois de décembre 1901.

Le massif du Simplon se compose d'un nombre relativement petit de groupes de terrain, qui sont :

1. Les *schistes lustrés*, se divisant en schistes lustrés micacés et calcarifères, avec bancs calcaires, intercalations de schistes verts et roches amphiboliques (Sk.);

2. *Calcaires dolomitiques*, gris, saccharoïdes, micacés (cipolin), *gypse* et *anhydrite*, avec schistes intercalés ;

3. *Micaschistes* et *gneiss schisteux séricitiques,* souvent granatifères et quelquefois calcarifères, avec intercalations d'amphibolites, de schistes chloriteux et d'amphibolites. (Gneiss récents, qc.);

4. *Gneiss schisteux* et *fibreux* (gneiss du Monte Leone) et *Gneiss massif* (gneiss d'Antigorio).

Le groupe 1 est certainement d'âge *mésozoïque* (jurassique). Le groupe 2 doit par analogie être rangé dans le *Trias*. Le groupe 3 est probablement une forme plus *métamorphique* du groupe 1 ; il est en tout cas d'origine sédimentaire, tandis que les roches vertes intercalées sont, comme celles du groupe 1, des roches éruptives ou leurs tufs. Le groupe 4 représente le *terrain primitif* peu modifié par la pression lorsqu'il est massif et fortement laminé lorsqu'il est à l'état schisteux.

La pétrographie est, comme on voit, en somme assez simple ; il n'en est pas de même de la *géologie techtonique* du Simplon. Tous ces terrains sont bien des fois répétés et s'enchevêtrent si bien qu'il est nécessaire d'admettre une *série de replis superposés.*

M. Schardt montre les divers profils géologiques publiés à l'occasion des expertises de 1877, 1883 et 1890 et rappelle que Gerlach avait, en 1868, et plus anciennement, tout au début des études en vue du percement du Simplon, construit des profils géologiques de ce massif ; celui de 1869 montre en particulier la vraie situation du gneiss d'Antigorio, ayant l'apparence d'un *pli couché* vers le nord, si bien que les micaschistes calcarifères qui lui sont infraposés deviennent en réalité la continuation de ceux que le gneiss supporte, et ne forment pas, comme on l'a admis plus tard, le noyau du massif du gneiss d'Antigorio. Il y a encore d'autres points où le profil définitif sera sensiblement modifié au point de vue tectonique.

M. Schardt se réserve de consacrer à cette question une communication ultérieure, lorsque les études qu'il poursuit simultanément à la surface et dans le tunnel seront plus avancées. Les modifications qui résulteront de ces nouvelles études passeront pour ainsi dire inaperçues pour l'entreprise, car, au point de vue technique, il n'y a que trois sortes de terrains : les schistes lustrés avec leurs intercalations, les micaschistes et gneiss schisteux et le gneiss d'Antigorio. Du côté nord, les prévisions se sont sensiblement réalisées. Ce n'est que relativement à la longueur du trajet dans le gneiss d'Antigorio, du côté sud, qu'il s'est présenté jusqu'ici une différence notable. Tandis que les profils préliminaires prévoyaient une longueur de 5 à 6 km. dans cette roche, avec probabilité de la rencontre des calcaires et micaschistes sous-jacents, on a quitté le gneiss déjà au km. 4325, pour entrer dans le calcaire, sans avoir rencontré auparavant les schistes sous-jacents et les calcaires qui les accompagnent. Pourtant, près de Gebbo, à 2 km. au nord-est, ces schistes sont visibles à l'altitude de 1000 m., au-dessous du gneiss d'Antigorio : ils s'enfoncent donc fortement du côté du sud-ouest.

Ces différences d'avec les prévisions étaient certainement bienvenues pour l'entreprise. Il n'en a pas été de même pour les venues d'eau énormes rencontrées ensuite

entre les km. 3,800 et 4,420, et pour le terrain à pression au km. 4,420.

On avait effectivement prévu d'assez fortes infiltrations d'eau au contact et dans le calcaire de Teggiolo, quand même la grande distance de la surface — près de 1200 m. — ne paraissait pas rendre la chose très probable. La joie d'avoir quitté la gneiss très dur presque 1500 m. avant le point prévu a donc subi une forte « douche » par ces venues d'eau qui, au surplus, ont accusé des températures de plus en plus froides.

M. Schardt montre à l'aide d'un grand profil géologique au 1 : 5000 la position des venues d'eau par rapport à la répartition des terrains. Elles ont apparu d'abord dans le gneiss, mais les plus volumineuses sortent du calcaire près du km. 4,400.

Un profil de la zone aquifère avec plan horizontal des deux galeries au 1 : 250, montre les détails de la situation de plus de 80 sources ou groupes de sources, atteignant un volume total de 850 litres par seconde, presque une rivière! Un seul jet, apparu au km. 4,397, a arrêté les travaux pendant plus d'un mois, dès le 30 septembre. Le profil montre aussi l'impossibilité de la provenance de ces eaux du Lago d'Avino. Un essai de coloration pratiqué sur la Cairasca, le 3 décembre 1901, a donné également un résultat absolument négatif.

M. Schardt a soumis en outre les sources du tunnel du Simplon à des *observations thermométriques et hydrotimétriques*, en vue de suivre de près les variations qui doivent nécessairement se produire lorsque par un travail souterrain on saigne des eaux traversant le rocher. D'importantes indications concernant leur régime peuvent être recueillies de cette manière. Il montre, par quelques exemples, comment les percées de nouvelles ouvertures aquifères ont modifié l'état des précédentes et comment, au fur et à mesure de l'avancement, les sources sont devenues de plus en plus froides. Mais il y a mieux : les mêmes sources ont débité *au fur et à mesure de l'avancement des travaux et même depuis*

l'arrêt de ceux-ci, de l'eau de plus en plus froide. De plus, le degré hydrotimétrique a aussi varié en même temps : toutes ces eaux sont devenues plus dures, c'est-à dire gypseuses. Les plus froides n'ont plus qu'une température de 11°5 C. et 75° de dureté[1]. En même temps, le rocher lui-même s'est refroidi sensiblement. Au km. 4,400, où il y avait au début 18°2 C., il n'y avait plus, au 31 décembre, que 16°2[2], et ainsi proportionnellement aux autres stations à 3,800, 4,000 et 4,200. Il faut en conclure *qu'il ne s'agit pas de venues d'eau permanentes correspondant à un cours d'eau souterrain, qui, conséquemment, devrait rester constant*, ce qui serait une grande calamité, vu l'insuffisance, dans ce cas, du canal déjà construit sur plus de 3 km. *Il s'agit de la vidange d'un réservoir souterrain*, c'est-à-dire d'une masse d'eau remplissant des fissures multiples et des cavités souvent en communication les unes avec les autres, formant un vaste réseau de vides souterrains, dont la vidange est en voie de s'accomplir. Ce mode de pénétration de l'eau explique la différence de température et de dureté. La circulation se fait surtout dans le calcaire, aussi est-ce là que se trouvent les eaux les plus froides. C'est du calcaire que l'eau pénètre en éventail dans le gneiss et se chauffe. Aussi les sources les plus éloignées du calcaire sont les plus chaudes. Malgré leurs différences réciproques, ces venues d'eau communiquent les unes avec les autres. L'imprégnation du rocher devait s'étendre primitivement jusque tout près de la surface, où existaient les plus grandes cavités, et aboutir au trop plein, soit aux sources superficielles alimentées par l'eau souterraine. Ces sources sont connues. M. Schardt a constaté en effet que les *sources de Nembro* d'environ 100 l. s. (1300 m. d'altitude) qui coulaient encore abondamment fin octobre, avaient tari avant le 20 novembre. Elles nous donnent la mesure du *minimum* d'eau pouvant subsister après la vidange des réser-

[1] Degrés hydrotimétriques français.

[2] La température normale prévue aurait dû être de 37 à 39°, donc 21 à 23° de déficit de chaleur.

voirs souterrains. C'étaient des sources non gypseuses. Il est donc juste d'admettre la possiblité que d'autres sources soient asséchées à leur tour. Cela pourrait être le cas des sources de la *Prese de Gebbo* (1010 m.) qui sont gypseuses. Leur débit est de 150-200 l. s. : elles coulaient encore le 12 février 1902. Si ces sources disparaissent à leur tour, on devrait s'attendre à un volume d'eau constant de 300 l. s. Déjà la vidange des réservoirs souterrains semble s'approcher de sa fin, car les dernières observations (11 février 1902) ont accusé une augmentation de la température de plusieurs sources. La fin sera indiquée par un échauffement général des sources et du rocher conduisant à l'établissement d'un régime stable. Le refroidissement n'est dû qu'au passage d'une grande masse d'eau froide à travers les fissures voisines du tunnel (10.000.000 m³. depuis le 30 septembre 1901). La position du trop-plein du réservoir souterrain à près de 650 m. au-dessus du tunnel explique la formidable pression ; elle rend cependant presque inexpliquable l'arrivée de l'eau par des passages relativement spacieux à de telles profondeur. Ces passages, au moins ceux du calcaire, étaient corrodés par dissolution ; pour corroder il faut que l'eau circule dans le rocher. Elle ne formait donc pas seulement un *réseau d'imprégnation* mais une *masse circulante*, jusqu'à 650 m. et plus au-dessous du niveau du déversoir ! C'est là un phénomène peu connu jusqu'ici. L'eau coulant superficiellement ne peut éroder qu'à une assez faible profondenr au-dessous de son niveau et encore faut-il qu'elle circule avec rapidité. Quel est donc l'agent qui peut faire circuler ainsi l'eau souterraine à des centaines de mètres de profondeur? Les observations thermiques du tunnel du Simplon l'ont démontré en accusant dès l'approche des passages d'eaux *un refroidissement graduel du rocher*. C'est donc la chaleur souterraine qui actionne une véritable circulation formée dans les innombrables canaux du calcaire surtout. L'eau froide descend dans les uns et remonte dans les autres, après s'être chauffée dans la profondeur, *comme dans un gigantesque thermosyphon*. En

circulant elle corrode; les fissures capillaires préexistantes dans tous les calcaires s'ouvrent graduellement par corrosion lente et *permettent à ce système de s'enfoncer toujours plus profondément*, presque sans limite! L'emprunt de chaleur *est dépensé pour actionner cette circulation incessante*, qui n'a pas pour cause directe la gravitation seule, mais la différence de densité entre l'eau froide et l'eau chaude! Ce problème est certainement un des plus intéressants qu'il ait été donné à l'homme de scruter.

Quant au terrain tendre qui a arrêté les travaux du côté sud, dès le mois de novembre, M. Schardt remarque que c'est une roche broyée calcaréo schisteuse et micacée remplissant une faille, qui conséquemment ne peut pas avoir une grande épaisseur. On y a pénétré jusqu'ici sur une dizaine de mètres. Son épaisseur ne dépassera guère 30 m.

COMPTE RENDU DES SÉANCES

DE LA

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE

Séance du 20 mars 1902.

Th. Tommasina. L'éther et les phénomènes électrostatiques. — J. Briquet. Observations sur le genre Thorea. — L. Duparc. Roches du Kosswinsky. — B.-P.-G. Hochreutiner. Nouvelles malvacées.

M. Th. Tommasina expose quelques notions déductives *sur l'existence de l'éther et sur son rôle dans les phénomènes électrostatiques.*

Se basant sur le fait établi de la vitesse finie de la lumière et des ondes hertziennes, il en déduit les conséquences logiques suivantes :

1° Que les actions à distance sans intermédiaire sont inadmissibles.

2° Que l'éther existe comme substance matérielle.

3° Que l'éther possède comme transmetteur perpétuel des radiations une énergie active variable.

4° Que les éléments intégrants de l'éther possèdent une énergie propre constante.

5° Que le fonctionnement des éléments de l'éther comme transmetteurs de vibrations nécessite un état de tension variable mais toujours supérieur à zéro.

M. Tommasina déduit de la non existence des actions à distance que, sans l'éther qui entoure et pénètre tous les corps, la gravitation ne pourrait avoir lieu, et que d'autre part la présence de l'éther rend impossible la transmis-

sion de l'énergie avec une vitesse infinie. Ainsi, comme de toutes les forces de la nature, seule la force de la gravitation universelle devrait se propager avec une vitesse infinie, il faut en déduire que la gravitation doit être due à une force agissant continuellement par pression sur les particules intégrantes de tous les corps, et, en conclure que c'est dans l'action de l'éther qu'on doit chercher le mécanisme de la gravitation universelle.

D'après ces notions déductives M. Tommasina dit qu'on ne peut envisager les phénomènes autrement que comme étant des modes de mouvement de la matière, et il ajoute qu'une théorie des phénomènes électrostatiques doit servir pour expliquer non seulement les charges des corps, mais aussi celles des particules. Or, il est évident que la théorie balistique une fois arrivée à ces dernières n'explique plus rien et qu'il faut alors recourir nécessairement à une théorie éthéro-dynamique.

M. Tommasina décrit ensuite quelques expériences électrostatiques, lesquelles, ainsi que plusieurs autres qu'il a pu éxécuter pendant ces dernières années, l'ont amené à établir les conclusions suivantes :

1° Il n'existe aucune décharge disruptive partant d'un corps électrisé négativement, de même il n'en existe aucune partant d'un pôle négatif.

2° Aucune émission de fluide électrique négatif n'a lieu, ni ne peut avoir lieu, car ce fluide n'existe pas.

3° Les charges négatives sont en réalité des états de sous-électrisation, dans lequel les vecteurs sont convergents et représentent une propagation de mouvements venant du milieu ou d'un autre corps quelconque qui se trouve à un potentiel plus élevé.

La conclusion de M. Tommasina est que la seule substance matérielle qui joue un rôle dans les charges électrostatiques est l'éther luminifère, et que ces charges sont des modifications éthérées qui ont toujours pour résultat le rétablissement de l'équilibre préexistant.

M. J. Briquet continue ses observations sur la famille des ombellifères et présente une note sur un nouveau type

générique qu'il désigne sous le nom de *Thorea*. Il s'agit d'une singulière petite plante stolonifère localisée dans les marais et les étangs du sud-ouest de la France. Primitivement décrite par Thore en 1803 sous le nom de *Sison verticillato-umbellatum*, elle a été placée par A.-P. de Candolle en 1815 dans le genre *Sium*, par Koch en 1824 dans le genre *Helosciadium*, par Lespinasse en 1847 dans le genre *Carum*, par Grenier et Godron en 1848 dans le genre *Ptychotis*, enfin par Reichenbach en 1867 dans le genre *Petroselinum*. Ce dernier auteur, qui a fait l'anatomie du fruit, signale dans les méricarpes de cette plante, outre les grandes bandelettes valléculaires, un second système extérieur de bandelettes cloisonnées. Si cette indication était vraie, nous aurions là un cas unique et extraordinaire dans la carpologie des ombellifères. M. Briquet expose en détail l'organisation du fruit et montre qu'il n'existe qu'une seule bandelette par vallécule. Ce que Reichenbach a pris pour des bandelettes cloisonnées extérieures est une couche de parenchyme macrocytique, dans laquelle l'huile des bandelettes se déverse lorsqu'on fait des coupes du fruit. Une technique un peu soignée permet facilement d'éviter cet accident et ne laisse aucun doute sur la nature cellulaire des petites chambres figurées par Reichenbach. — M. Briquet étudie en détail les affinités de la plante de Thore et constate qu'elle ne peut se classer qu'artificiellement dans les genres auxquels on l'a rapportée. Il la considère comme un genre monotype, qu'il appelle *Thorea*, et qu'il place dans le voisinage des *Petroselinum*. — Un mémoire détaillé sur cette plante si controversée paraîtra cette année dans l'*Annuaire du Conservatoire botanique de Genève*.

M. le prof. Duparc, pour faire suite à la communication qu'il a faite dans la séance du 6 février, entretient la Société de quelques nouvelles roches dont il explique la composition et qui proviennent de la région du Kosswinsky.

M. B.-P.-G. Hochreutiner communique à la Société quelques remarques sur une série de *Malvacées* nouvelles ou rares étudiées par lui à l'Herbier Delessert.

Les unes sont intéressantes à cause de leur distribution géographique, les autres à cause de particularités morphologiques.

Parmi les premières : Une nouvelle espèce de Madagascar l'*Abutilon pseudoangulatum Hochr.* appartient au groupe des *Cephalabutilon* uni ou bi-ovulés qui sont africains ou américains. Les affinités de cette plante, sont donc orientales et c'est un cas rare parce que la flore de Madagascar est plutôt affine de celle de l'Australie comme on l'a montré souvent et comme l'auteur a pu déjà le constater pour certains *Hibiscus* [1].

Une nouvelle preuve de ces relations avec l'Australie est apportée par la distribution singulière du *Sida supina* L'Her. Cette plante n'était connue qu'en Amérique et aux Seychelles, où sa présence sur plusieurs îles faisait croire qu'elle était indigène. M. Hochreutiner a retrouvé cette espèce parmi des plantes recueillies par Latrobe en Australie. C'est donc par là qu'il faudrait unifier l'aire disjointe du *S. supina* et non pas au travers de l'Afrique où elle fait défaut.

Deux autres plantes sont intéressantes à cause de la localisation de leurs variétés : L'*Abutilon indicum* Sw. est une espèce très polymorphe et cosmopolite, mais dont le centre de dispersion paraît être les Indes orientales. A partir de là, si l'on s'éloigne vers le S.-E., on voit cette plante se modifier de plus en plus, pour aboutir à la variété *australiense* Hochr. qui est particulière à l'Australie, et dont le port est tout à fait distinct. Plus caractéristique encore est le *Sida grewioides* Guill. et Perr. dont la forme typique se trouve au Sénégal ; elle possède des tiges dressées, hautes, ligneuses et des feuilles relativement grandes. L'auteur a reconnu cette espèce dans une plante récoltée par Wellstedt à Socotra. Celle-ci est un chétif petit végétal herbacé à tiges appliquées contre le sol et à

[1] Hochreutiner. — Revision du genre *Hibiscus* in *Annuaire du Conservatoire et du Jardin bot. de Genève.* 4e année, 1900, p. 37, 47, 51 et 153.

feuilles réduites. M. Hochreutiner en fait une var. *microphylla* car il a pu observer tous les termes de passage rangés en série linéaire, depuis le Sénégal jusqu'à Socotra, en passant par le Soudan et l'Abyssinie.

Parmi les espèces intéressantes au point de vue morphologique, deux sont mentionnées.

L'*Abutilon Lauraster* Hochr. de Madagascar possède un fruit de forme inaccoutumée. Les carpelles sont fortement étirés vers l'extérieur de telle sorte que chaque méricarpe est un tube terminé en pointe. A la base du tube se trouvent les graines groupées sur un espace minuscule comparé à la dimension de la loge. Le fruit entier a l'aspect d'une étoile à longues branches et il est supporté par un long pédoncule assez rigide qui vibre comme un ressort lorsqu'on frôle seulement les pointes déhiscentes des méricarpes. C'est ainsi que cet organe est un excellent moyen de dissémination des graines devenues libres dans chaque loge.

Le *Sida Dinteriana* Hochr. possède aussi un fruit remarquable à cause de son appareil de déhiscence par le fait qu'il établit un terme de passage entre les *Winadula*, les *Cristaria* et les *Sida*. La face supérieure des méricarpes est lisse comme chez le *Sida rhombifolia* L., et elle présente aussi deux bourrelets longitudinaux séparés par une vallécule, le tout servant à faciliter la déhiscence en une fente sagittale. Mais chez le *Sida Dinteriana* cette face au lieu d'être plate est bombée en demi-cercle, de sorte qu'au moment de la déhiscence, il se forme deux ailes membraneuses, rétrécies un peu vers le bas. Ainsi la partie inférieure du carpelle contenant la graine unique ne s'ouvre pas assez pour laisser échapper cette dernière.

On comprend donc facilement que cet appareil ait pu se modifier, d'une part en accentuant la séparation qui existe entre la loge du carpelle et sa partie membraneuse pour aboutir aux méricarpes ailés des *Cristaria*. D'autre part en augmentant la facilité de déhiscence des méricarpes et en créant une sorte de loge supplémentaire à la partie supérieure de chacun d'eux, l'appareil en question créait la

possibilité de méricarpes multiovulés semblables à ceux des *Wissadula*.

Ces affinités si multiples suggèrent l'hypothèse que ce genre *Sida*, avec ses innombrables formes, doit être considéré comme une des souches des *Malveæ*.

Séance du 3 avril.

A. Pictet et P. Genequand. Action de l'acide nitrique sur l'acide acétique et ses homologues. — L. Duparc. Massifs du Tilaï et du Katechersky.

M. le prof. Amé Pictet communique une observation qu'il a faite avec M. P. Genequand. Lorsqu'on mélange, dans des proportions quelconques, l'*acide acétique glacial avec l'acide nitrique* fumant et que l'on soumet le liquide à la distillation fractionnée, on obtient une fraction bouillant à 127,7° sous 730^{mm} de pression, et possédant à 15° une densité de 1,196. L'analyse conduit à la formule $C_4H_9NO_7$.

Ce produit n'est point un simple mélange d'acides acétique et nitrique, mais une combinaison nettement définie, que les auteurs nomment *acide acétonitrique*. Cela résulte :

1° De son point d'ébullition, qui est plus élevé que celui de chacun des deux constituants.

2° De la détermination cryoscopique de son poids moléculaire, qui correspond à la formule ci-dessus.

3° Du fait qu'il possède des propriétés chimiques très différentes de celles que l'on devrait attendre d'un mélange d'acide nitrique et d'acide acétique.

Les auteurs considèrent l'acide acétonitrique comme le dérivé diacétylé de l'acide orthonitrique, $N(OH)_5$, et estiment qu'il prend naissance par simple addition de 2 molécules d'acide acétique à 1 molécule d'acide nitrique, selon l'équation :

$$\begin{matrix} CH_3 - COOH \\ CH_3 - COOH \end{matrix} + O = \overset{OH}{\overset{|}{N}} = O = \begin{matrix} CH_3.COO \\ HO \end{matrix} > \overset{OH}{\overset{|}{N}} < \begin{matrix} OOC.CH_3 \\ OH \end{matrix}$$

L'acide acétique n'est, du reste, point le seul acide orga-

nique capable de se combiner ainsi à l'acide nitrique. Ses deux homologues, l'acide propionique et l'acide butyrique normal, fournissent des dérivés semblables. L'*acide propionitrique* $(C_2H_5COO)_2N(OH)_3$ bout à 141° et possède à 15° une densité de 1,057. L'*acide butyronitrique* $(C_3H_7COO)_2N(OH)_3$ distille à 155° et a une densité de 1,003 à 15°.

MM. Pictet et Genequand ont l'intention de soumettre à une étude approfondie cette nouvelle classe d'anhydrides mixtes.

M. le prof. Duparc parle des massifs du Tilaï, du Katechersky et du Cerebransky, qu'il a eu l'occasion de visiter l'an dernier; une particularité de cette région, c'est que la ligne de partage des eaux ne suit pas la ligne de faîte. La chaîne du Tilaï est formée par des gabbros ouralitisés. M. Duparc y a rencontré un plissement platinifère de fer chromé.

Séance du 17 avril.

R. de Saussure. Mouvement des fluides. — L. Duparc. Voyage d'exploration dans l'Oural. — R. Chodat et Th. Nicoloff. Sac embryonnaire de Juglans regia L.

M. René de Saussure fait une communication sur une *Théorie géométrique du mouvement des corps*, basée sur les lois de la symétrie. Il considère tout déplacement continu d'un corps C comme une série continue de corps égaux entre eux : cette définition comprend tous les mouvements à un ou plusieurs paramètres. Il montre ensuite que tous les mouvements fondamentaux (translation, rotation, torsion) peuvent être considérés comme des séries de corps C symétriques d'un corps fixe C_0 par rapport à une série d'éléments (points, plans ou droites). Cette manière de voir le conduit à l'étude de nouveaux mouvements fondamentaux : les mouvements fondamentaux à plusieurs paramètres ; en particulier, les mouvements fondamentaux à trois paramètres qui permettent d'établir

les lois géométriques du mouvement des fluides : car si l'on désigne par un point M une molécule quelconque d'un fluide et par une droite D la direction du mouvement de cette molécule, la figure (MD) peut être considérée comme une figure rigide et le fluide lui-même comme une série en nombre triplement infini de figures telles que (MD).

Pour l'exposé complet de cette théorie, voir les *Arch. des Sc. phy. et nat.*, t. XIII, p. 425.

M. le prof. Duparc a fait un récit de ses derniers voyages à travers l'Oural : après avoir donné un aperçu général de la région parcourue au point de vue géologique, géographique et hydrographique. M. Duparc présente une série de vues de l'Oural du Nord et des bords de la Kama et de la Kosswa.

M. le prof. Chodat présente au nom de M. Th. Nicoloff une communication au sujet du sac embryonnaire du *Juglans regia* L.

M. Nicoloff a été amené à s'occuper de cette question au cours de ses recherches sur la fleur et le fruit de la dite espèce. La question de l'origine du sac embryonnaire de *Juglans regia* est devenue particulièrement intéressante surtout depuis que M. le prof. Karsten de Bonn a émis, il y a quelques mois de cela, l'opinion que le nucelle de *Juglans regia* contiendrait un archéspore à l'instar de celui que Treub a trouvé chez les Casuarinées. L'archésphore n'a été jusqu'à présent constaté dans le groupe des Angiospermes que chez les Casuarinées par Treub et chez Corylus Avellana par Nawaschin. On sait combien sont significatifs les résulats des recherches de Treub au point de vue de la phylogénie. Les Juglandées auraient été une nouvelle famille à ajouter aux plantes possédant l'archéspore, vestige caractérisant les Cryptogames Vasculaires, et on voit par conséquent quelle importance se rattacherait à la découverte de M. Karsten, si cette découverte venait à se confirmer. Dans son travail M. Karsten donne un dessin d'archéspore dans le nucelle

de *Juglans regia*. M. Nicoloff a fait dans l'ovule de la même plante des coupes en série au microtome. Comme il a eu tous les âges de ces ovules, il a pu suivre le tissu nucellaire dès le début de la formation du sac embryonnaire, jusqu'au complet développement de celui-ci et il a contaté que :

1° Le sac embryonnaire a une origine très profonde. Au moment où la cellule qui va devenir sac embryonnaire commence à grossir, le nucelle présente la structure histologique suivante : La partie inférieure au sac (celui-ci se trouve à peu près aux deux tiers de la hauteur du nucelle) comprend une bande centrale de cellules allongées suivant le sens longitudinal et des deux côtés de cette bande se trouve un tissu périphérique formé de cellules sensiblement isodiamétriques. La région du nucelle, supérieur au sac embryonnaire, est formée de cellules rangées en files rayonnantes disposées en éventail, le sac embryonnaire occupe le centre dont partent et divergent les files formant cet éventail.

2° Le sac embryonnaire de *Juglans regia* est ordinairement unique ; sa place de formation est fixe ; il paraît provenir dans tous les objets examinés, de la cellule la plus profonde du rayon cellulaire médian. Les détails de sa formation seront donnés ultérieurement.

3° On ne trouve à aucun âge une délimitation claire entre un tissu enveloppe et un tissu archésporien central. C'est là un point capital pour la résolution du problème et M. Treub insiste avec raison sur l'existence de cette délimitation dans le nucelle des Casuarinées.

Le fait qu'il peut exister deux noyaux dans certaines cellules du nucelle de *Juglans regia* ne peut pas être d'une valeur notoire pour la question, comme paraît le croire M. Karsten, des cellules végétatives de n'importe quelle provenance pouvant contenir deux noyaux.

Toutes les considérations permettent à M. Nicoloff de conclure à l'absense d'un archéspore caractérisant le nucelle de *Juglans regia* L.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

CHIMIE

Revue des travaux faits en Suisse.

BULLETIN DU CHIMISTE CANTONAL DE St-GALL POUR 1899. LES FALSIFICATIONS EN SUISSE (*Rev. intern. falsif.*, 14, 5-10, janvier-février).

Lait. — Deux échantillons de lait prélevés l'un le soir, l'autre le matin dans un même établissement ont accusé : le premier 2,30 % de graisse et 11,12 % de résidu sec avec une densité de 1,0354, le second 5.25 % de graisse et 13,87 % de résidu sec avec une densité de 1,0291.

Beurre. — Le beurre de provenance galicienne fut reconnu pur, mais avec une acidité de 28 à 46 degrés.

Pain. — L'examen d'un pain fit reconnaître qu'il contenait le bacillus prodigiosus, un autre le bacillus mesentericus. Des larves de tenebris molitor furent rencontrées à différentes reprises dans de la pâte à saucisse falsifiée avec de la farine.

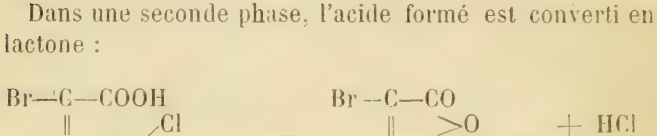
Miel. — Le miel de Galicie a été reconnu de qualité très médiocre : les dissolutions aqueuses ont présenté une réaction alcaline et ont dégagé l'odeur ammoniacale à la distillation.

Sucre. — Un grog a donné lieu, par addition d'une tranche de citron, à un dégagement abondant d'acide sulfhydrique, le sucre qui avait servi à sa préparation ayant été bleuté au moyen d'outremer.

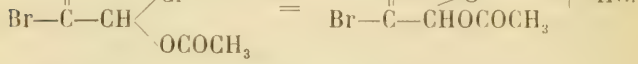
Boissons. — Parmi celles-ci, un vin d'Apulie renfermait 4-5 gr. de sulfate de potasse par litre, un Sherry 5.5 gr. ; un vin mousseux du Tyrol était coloré avec de la fuchsine : un cidre contenait 8,2 % d'acide acétique.

A. Bistrzycki et C. Herbst. Sur quelques acides aldéhydiques des séries α aliphatique et orthoaromatique (*Ber. Dtsch. Chem. Ges.*, 34, 1010-21, 20/4 [27/3], Fribourg).

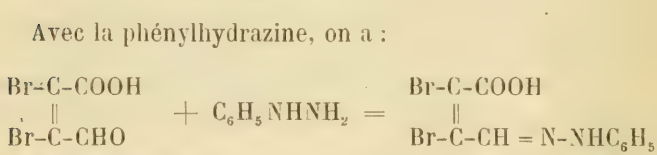
Les auteurs ont trouvé que les acides aldéhydiques réagissent avec une série de substances, en donnant naissance à des produits solubles dans le carbonate de soude, et renfermant par conséquent un groupe carboxylique. Ex.



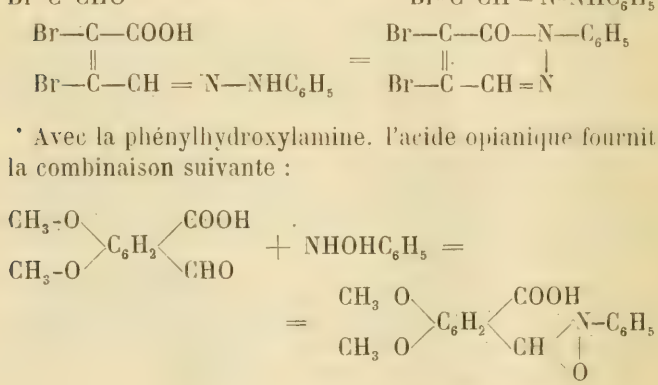
Dans une seconde phase, l'acide formé est converti en lactone :



Avec la phénylhydrazine, on a :



Avec la phénylhydroxylamine, l'acide opianique fournit la combinaison suivante :



A. Heffter. L'acide cacodylique, au point de vue de ses réactions dans l'organisme, et de la manière de le déceler dans l'urine (*Schweiz. Wochschr. der Pharm.*, 39, 193-95, 13/4, Berne).

Moins vénéneux que l'acide arsénieux, l'acide cacodylique provoque, à hautes doses, des intoxications dues à sa transformation en acide arsénieux ou arsénique sous l'influence de l'oxydation. L'auteur a encore démontré qu'une partie seulement de l'acide cacodylique introduit dans le corps subit l'oxydation, tandis que la plus grande quantité n'est pas transformée. Certains organes, particulièrement le foie, les muqueuses stomacale et intestinale, etc., provoquent une réduction de l'acide cacodylique qui le convertit en oxyde de cacodyle.

Pour la détermination quantitative de l'acide cacodylique dans l'urine, on fond cette combinaison avec une partie de potasse et trois à quatre parties de salpêtre, et, après dissolution du produit dans l'eau chargée d'acide chlorhydrique, on traite la liqueur par l'hydrogène sulfuré. Le sulfure d'arsenic ainsi précipité est ensuite dosé par la méthode usuelle.

R. Suchy. Sur les chaines pyrochimiques de Daniell (*Z. anorg. Ch.*, 27, 152-98, 2/5, Zurich).

A. Tschirch et B. Niederstadt. Sur le copal néo-zélandais (Kauri-Busch-Kopal) retiré du dammara australis (*Arch. der Pharm.*, 239, 161-67, 30/4, Berne).

En traitant par l'acétate de plomb les acides résiniques extraits du copal au moyen de la lessive potassique à 1 %, les auteurs ont obtenu les sels de deux acides inactifs qu'ils ont séparés en se basant sur leurs différences de solubilité dans l'alcool.

L'acide kaurinolique $C_{17}H_{34}O_2$, F = 128-130°, est une poudre amorphe blanche, soluble dans les dissolvants

usuels. L'acide kauronolique $C_{12}H_{24}O_2$, F = 86-89°, également amorphe, présente les mêmes solubilités que le précédent.

Le copal renferme encore une résine jaune clair, la kaurorésène (12 %) F = 63-65°, une huile éthérée, douée d'une odeur analogue à celle du citron (12,5 %). D_{15} = 0,835, enfin une petite quantité d'un principe amer (1 % environ).

A. Tschirch et B. Niederstadt. Sur la résine du pinus silvestris (*Arch. der Pharm.*, 239, 167-81, 30/4 [27/1], Berne).

Cette résine, qui est soluble dans les dissolvants usuels, se dépouille d'un principe amer par agitation avec l'eau. Son produit de distillation renferme de l'acide succinique. Le carbonate ammoniacal n'enlève rien à sa dissolution éthérée, tandis que la lessive de carbonate sodique à 1 % en extrait la totalité des acides (60 % environ). Après précipitation, le mélange de ces derniers est soumis à la cristallisation. Il se dépose ainsi, au bout de quelques semaines, l'acide silvéolique $C_{14}H_{20}O_2$, se présentant sous la forme de feuillets quadratiques solubles dans les dissolvants usuels, insolubles dans l'eau.

Les eaux-mères de l'acide silvéolique abandonnent ensuite la majeure partie des acides résiniques (60 % environ), qui sont séparés au moyen de la solution alcoolique d'acétate de plomb. On obtient de cette manière l'acide α silvinolique $C_{15}H_{26}O_2$, F = 90° et l'acide β silvinolique $C_{14}H_{24}O_2$, F = 95°.

La résine contient en outre le silvorésène (20 %), F = 58-60°, ainsi qu'une huile éthérée, d'odeur agréable (15 %) D_{15} = 0,84.

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

des Travaux de Chimie faits en Suisse

1902

Mars

317. Bach (A.). Ueber das Verhalten der Chromsäure gegen Hydroperoxyd. Genf. Privatlab. — *Berichte* **35**. 872.

318. Bamberger (Eug.) und Frei (Johannes). Ueber die Reduction der Nitroaldehydrazone. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 1084.

319. Bamberger (Eug.) und Rudolf (Leo). Nachträgliches über Dimethylanilinoxyd. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 1082.

320. Bruch. Zur physiologischen Bedeutung des Calciums in der Pflanze. *Dissert.* Basel.

321. Brun (Jos.). Ueber die Einwirkung alkoholischer Schwefelsäure auf Aryldiazoimide. *Dissert.* Zürich (Prof. Bamberger).

322. Brunner L'acide isosalicylique. Lausanne. — *J. suisse de chimie* **40**. 120.

323. Conne (F.). L'eau d'alimentation de Neuchâtel au point de vue chimique. Neuchâtel. Lab. cantonal. — *J. suisse de chimie* **40**. 108.

324. Czepinski (Vincent). Einige Messungen an Gasketten. Zürich. Elektrochem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **30**. 1.

325. Durand (E.). Sur le dosage de l'azote. Genève. Lab. cant. de chimie agricole. — *Ann. chim. anal.* **7**. 17.

180 *bis*. Egli (Jacob). Studien zur Theorie der elektrolytischen Kupfergewinnungsmethoden. Zürich. Elektrochem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. anorg. Ch.* **30**. 18.

326. Fichter (Fr.) und Sonneborn (Ferdinand). Ueber Vinylessigsäure. Basel. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 938.

327. Fleischer (Julius). Ueber den Reactionsverlauf bei der Einwirkung von Di- und Trinitrochlorbenzol auf mehrbasische Amine und Phenol. *Dissert.* Basel (Prof. Nietzki).

328. Fussgänger (V.). Ueber einige α-Naphtylaminderivate. Basel. Org. Lab. des Prof. Nietzki. — *Berichte* **35.** 976.

329. Galli-Valerio (B.). La stérilisation des eaux de boisson par le bisulfate de soude. Lausanne. — *Bull. de la Soc. vaudoise des sc. nat.* **38.** 53.

330. Girsewald (A. von). Beiträge zur Kenntniss einiger complexer Cuprocyanidverbindungen. *Dissert.* Zürich (Prof. Treadwell).

331. Gnehm (R.) und Wright (Ralph-G.). Ueber symm.-Dimethyldiamidodi-o-tolylketon. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35.** 913.

332. Grossmann (S.). Synthese des 4'-Oxyflavons. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

333. Hannach (O.) und Kostanecki (St. v.). Synthese des 3-Oxy-β-Benzylchromons. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **35.** 866.

334. Hartwich (C.) und Fischer (B.). Hager's Handbuch der pharmaceutischen Praxis (Berlin 1902) Zürich und Breslau.

335. Helfer (Ernst). Experimentelle Untersuchungen über die Farbenveränderungen des Blutes bei der Kohlenoxydgasvergiftung in forensischer Beziehung. *Dissert.* Bern.

283 *bis*. Jensen (Orla). Recherches sur le rancissement du beurre. Berne. Lab. des Etablissements féd. d'essais agricoles. — *J. suisse de chimie* **40.** 121.

336. Isenburg (Adolf). Beiträge zur Kenntniss der Vanadinmolybdate. *Dissert.* Bern (Prof. Friedheim).

337. Kostanecki (St. v.) und Froemsdorff (G.). Ueber das α-Naphtochromon. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **35.** 859.

338. Kostanecki (St. v.) und Ruijter de Wildt (J.-C. de). Ueber das 1.3.-Dioxychromon. Bern. Univ.-Lab. — *Berichte* **35.** 861.

339. Liebermann (Paul). Beiträge zur Kenntniss einiger Chromonderivate. *Dissert.* Bern (Prof. v. Kostanecki).

340. Lorenz (R.). Ueber directe Vereinigung von Chlor mit Kohlenstoff. Zürich. — *Zeitschr. Elektroch.* **8.** 203.

341. Lunge (G.). Ueber die Brucinreaction auf salpetrige und Salpetersäure. Zürich. — *Zeitschr. angew. Ch.* **15.** 241.

342. Ney (Adolphe). Ueber Derivate des Phenanthrens. *Dissert.* Zürich (Prof. Werner).

343. Oettli (J.). Principes de chimie générale. 4e éd. Lausanne.

344. Panchaud de Bottens (Ad.). Ueber die Depolarisation der Wasserstoffelektrode durch Körper der aromatischen Reihe. *Dissert.* Zürich (Prof. Lorenz).

345. Pfeiffer (Paul). Beitrag zur Chemie der Molekülverbindungen. *Habilitationsschrift*. Zürich

346. Pollak (Leopold). Gasanalytische Beiträge zur Kenntnis des Acetylens und Stickoxyduls. *Dissert*. Zürich (Prof. Treadwell)

347. Popovici (C.). Ueber geometrisch-isomere Metallammoniaksalze. *Dissert*. Zürich (Prof. Werner).

167 *bis*. Rones (Max). Ueber Cineolsäure. *Dissert*. Basel (Dr Rupe).

279 *bis*. Rüst (E.). Beiträge zur Kenntniss der Nitroaldehydrazone und ihrer Derivate und zur Umlagerung von Nitroparaffinen. *Dissert*. Zürich (Prof. Bamberger).

348. Schaffer (F.), Ueber den monatlichen Durchschnitt des Fettgehaltes der Milch einzelner Viehstände in der Schweiz. Bern. Kant.-Lab. — *Schweiz. Wochenschr*. **40**. 138.

349. Steffan (Alfred). Ueber die Bestimmung von kleinen Mengen an Chrom und Vanadin in Gesteinen und Stahlsorten. *Dissert*. Zürich (Prof. Treadwell).

350. Steinitzer (F.). Die Verwendung der Centrifuge für quantitative Analysen. Zürich. — *Zeitschr. anal. Ch*. **41**. 100.

Avril

351. Bamberger (Eug.). Ueber die Einwirkung von Hydrazinbasen auf Chinole, nebst Bemerkungen zur Geschichte der Chinole. Zurich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Berichte* **35**. 1424.

352. Benz (Eugen). Ueber die Thorerdebestimmung im Monazitsande. *Dissert*. Zürich (Prof. Treadwell).

352 *bis*. Benz (E.). Ueber die Thoriumbestimmung im Monazitsande. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. angew. Ch*. **15**. 297.

353. Chodat (R.) und Bach (A.) Ueber das Verhalten der lebenden Zelle gegen Hydroperoxyd. Genf. Pflanzenchem. Lab. des botan. Inst. — *Berichte* **35**. 1275.

354. Constam (E.-J.). Die Verwendung des Kaliumpercarbonates in der Photographie. Zürich. — *Chem.-Zeitung* **26**. 349.

355. Czerkis. Neuer Kühlapparat zur Darstellung der Sulfomonopersäure. Zürich. Anal.-chem. Lab. des Polytechn. — *Chem.-Zeitung* **26**. 310.

134 *bis*. Feist (Franz). Studien in der Furan- und Pyrrol-Gruppe. Condensation von β-Ketonsäureestern mit Chloraceton und Ammoniak. Zürich. Polytechn. — *Berichte* **35**. 1545.

356. GNEHM (R.) und KAUFLER (F.). Beiträge zur Theorie des Färbeprocesses. Zürich. Techn.-chem. Lab. des Polytechn. — *Zeitschr. angew. Ch.* **15**. 345.

357. GOLDSCHMIDT (Carl). Ueber neue Gichtmittel. Genf. — *Chem.-Zeitung* **26**. 309.

358. GOLDSCHMIDT (Carl). Ueber Hexahydro-o-toluylsäure. Genf. — *Chem.-Zeitung* **26**. 335.

359. HENZ (F.). Eine Vervollkommnung des Kipp'schen Apparates. Zürich. Anal. Lab. des Polytechn. — *Chem.-Zeitung* **26**. 386.

360. KEHRMANN (F.). Ueber die Constitution der Oxazin- und Thiazinfarbstoffe und ihre Beziehungen zu den Azoniumkörper. Genf. Chem. Lab. der Univ. — *Annalen* **322**. 1.

361. KREIS (Hans). Ueber Fettsäureglyceride mit doppeltem Schmelzpunkt. Basel. Kant.-Lab.—*Chem.-Zeitung* **26**. 384.

362. NIETZKI (R.). Die Entwickelungsgeschichte der künstlichen organischen Farbstoffe (Stuttgart 1902). Basel.

128 *bis*. PICTET (Amé) et STEINMANN (Albert). Sur le mécanisme de la formation des pyrrols à partir des sels de l'acide mucique. Genève. Lab. de chimie pharm. de l'Univ.—*Archives des Sc. phys. et nat.* **13**. 342.

363. POLLAK (Leopold). Quecksilber-Gasometer mit selbsthätigem Verschlusse. Zürich. Anal.-chem Lab. des Polytechn. — *Chem.-Zeitung* **26**. 310.

310 *ter*. REVERDIN (Frédéric) et CRÉPIEUX (Pierre). Sur quelques dérivés du p-sulfochlorure de toluène et de l'o-nitro-p-sulfochlorure de toluène. Genève. — *Bull. de la Soc. ch.* **27**. 269.

364. REVERDIN (Frédéric) et CRÉPIEUX (Pierre). Darstellung und Nitrirungsversuche einiger Derivate des Toluol-p-sulfochlorids. Genf. — *Berichte* **35**. 1439.

365. TSCHIRCH (A.) und KOCH (M.). Ueber das Harz von Dammara orientalis. Bern. Pharm. Inst. der Univ.— *Archiv der Pharm.* **240**. 202.

366. VORTISCH (Reinhard). Ueber die Einwirkung aromatischer Amine auf die drei isomeren Dibrombrenzweinsäuren. *Dissert.* Basel (Dr Fichter).

367. WALTER (W.). Ueber Condensationsproducte aus aromatischen Aldehyden und Malonitril. Genf. Univ.-Lab. — *Berichte* **35**. 1320.

368. WERNER (A.). Beitrag zur Chemie des Phenanthrens. Zürich. Chem. Univ.-Lab. — *Annalen*. **321**. 248.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A

L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

PENDANT LE MOIS

DE MAI 1902

Le 1er, nouvelle neige sur le Salève et le Jura ; pluie à 7 h. du matin et depuis 4 h. du soir : fort vent de 10 h. du matin à 9 h. du soir.

2, pluie dans la nuit.

3, fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir; pluie depuis 7 h. du soir.

4, pluie dans la nuit, à 7 du matin, à 4 h. et à 7 h. du soir.

5, pluie dans la nuit et à 1 h. du soir; nouvelle neige sur le Salève; fort vent de 1 h. à 4 h. du soir.

6, faible pluie dans la nuit et à 9 h. 30 m. du matin : nouvelle neige sur le Salève et le Jura.

8, forte bise pendant tout le jour.

9, forte bise le matin jusqu'à 4 h. du soir; faible pluie à 7 h. 30 m. du matin et depuis 4 h. du soir.

10, forte bise le matin jusqu'à 7 h. du soir.

11, faible pluie à 4 h. du soir.

13, pluie à 7 h. et à 10 h. du soir.

15, fort vent à 4 h. et pluie depuis 10 h. du soir.

16, pluie la nuit jusqu'à 10 h. du matin ; fort vent de 10 h. du matin à 1 h. du soir : nouvelle neige sur le Môle, les Voirons et le Jura.

17, pluie depuis 1 h. du matin et pendant tout le jour ; très fort vent pendant tout le jour.

18, pluie dans la nuit et à 10 h. du matin; fort vent le matin jusqu'à 1 h. du soir : nouvelle neige sur toutes les montagnes environnantes : tonnerres à l'W. de de 2 h. à 2 h. 45 m.

19, pluie dans la nuit, averse à 6 h. 50 m. du soir; fort vent jusqu'à 10 h. du matin.

21, très forte rosée le matin.

22, faible pluie à 7 h. du matin.

23, pluie de 1 h. à 7 h. du soir : halo lunaire.

24, rosée le matin.

25, forte bise de 4 h. à 9 h. du soir.

26, forte rosée le matin.

27, rosée le matin.

29, fort vent à 10 h. du matin.

30, faible pluie à 1 h. du soir.

GENÈVE — MAI 1902

Jours du Mois	Pression atmosphérique 700mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Écart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Vit. moy. kil. h.	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moy. 6 obs.	Durée d'insolation	Pluie Hauteur 24 h.	Nombre d'heures
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.											mm.	
1	24.3	23.2	21.3	23.46	- 1.49	21.2	25.4	SW. 1	SSW. 2	WSW. 2	SSW. 2	15.7	10	10	10	10	....	8.1	8
2	24.6	25.5	25.6	24.65	- 0.33	22.2	25.5	S. 0	SW. 1	SE. 0	calme	6.7	10	9	10	9	1.9	....	....
3	25.1	24.5	24.7	24.74	- 0.28	24.1	25.4	SSW. 1	SSW. 2	S. 0	SSW. 1	12.1	9	9	10	9	1.3	4.8	5
4	25.5	24.3	26.0	25.14	+ 0.08	24.1	26.4	SSW. 1	SSW. 1	SE. 1	SSW. 1	8.8	10	10	10	10	....	4.6	3
5	26.9	27.9	29.4	27.59	+ 2.49	26.0	29.3	SW. 1	NNW. 2	NE. 0	var.	6.5	9	10	1	7	4.4	0.4	...
6	29.1	29.5	30.6	29.47	+ 4.33	28.7	30.5	SSW. 1	NNE. 1	NNE. 1	var.	7.3	10	9	2	8	3.3	0.6	1/2
7	28.6	26.9	27.1	27.93	+ 2.75	26.6	30.1	S. 0	W. 0	NNE. 1	NNE. 1	9.4	10	10	10	9	3.5	...	....
8	25.5	24.8	23.9	25.07	- 0.15	23.3	26.9	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 2	29.2	10	10	10	10	...	...	....
9	20.2	19.8	20.5	20.37	- 4.89	19.8	22.5	NNE. 3	NNE. 3	ENE. 1	NNE. 3	25.1	10	10	10	10	....	1.0	...
10	20.2	20.3	21.3	20.46	- 4.85	19.7	21.8	NNE. 2	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 2	25.1	10	10	0	7	1.3	....	....
11	23.0	23.2	24.5	23.16	- 2.19	21.8	24.6	SW. 0	ENE. 1	NE. 0	var.	4.2	10	10	4	8	0.7	0.1	...
12	23.8	22.9	23.5	23.38	- 2.01	22.6	24.2	N. 0	SSW. 1	S. 0	var.	4.6	6	8	9	7	5.7	....	....
13	23.0	22.1	21.8	22.30	- 3.14	21.1	23.1	NNE. 1	SW. 0	S. 0	var.	5.7	10	8	10	9	4.4	1.8	1
14	22.7	22.8	24.2	22.79	- 2.69	21.6	24.3	E. 1	SE. 1	NNE. 1	var.	4.6	10	10	4	7	1.9	....	....
15	24.8	24.5	25.3	24.61	- 0.92	24.2	25.6	N. 0	SE. 1	WSW. 1	var.	5.1	7	7	10	7	7.0	3.1	4
16	25.4	25.6	27.3	25.88	+ 0.31	25.1	27.4	SSW. 1	SSW. 3	S. 0	SSW. 2	15.5	10	7	10	9	1.8	8.1	7 1/2
17	25.3	23.5	21.5	23.85	- 1.77	19.5	26.8	SSW. 2	SSW. 4	SSW. 1	SSW. 2	25.1	10	10	10	10	....	**14.5**	**16**
18	22.0	20.5	21.9	21.34	- 4.32	18.9	22.0	SSW. 2	SSW. 2	ESE. 1	SSW. 1	10.5	9	5	7	8	4.3	9.6	7
19	17.9	19.2	21.7	**19.51**	**- 6.20**	**17.9**	22.2	SSW. 2	W. 1	S. 0	var.	11.1	9	9	10	9	1.7	0.9	2
20	23.9	24.2	25.4	24.03	- 1.72	22.4	25.8	N. 0	N. 1	NW. 0	N. 1	4.8	10	10	1	7	5.8	....	...
21	28.4	29.1	30.5	28.74	+ 2.94	26.7	31.3	N. 0	N. 1	N. 1	NNE. 1	8.4	4	6	0	3	12.6	....	....
22	33.0	33.3	33.8	32.88	+ 7.04	31.6	33.6	SW. 1	N. 1	S. 0	N. 1	7.5	10	5	1	6	2.5	0.3	....
23	31.9	30.8	31.8	31.72	+ 5.83	30.4	33.2	W. 0	NNE. 2	NNE. 1	NNE. 2	13.6	10	3	0	3	9.6	....	....
24	34.9	35.5	36.0	34.99	+ 9.06	33.1	36.1	N. 1	NNE. 2	N. 1	N. 1	6.9	10	10	10	10	1.3	....	....
25	36.4	34.9	34.3	**35.24**	+ **9.26**	34.0	**36.4**	N. 1	NNE. 1	NNE. 2	NNE. 2	11.5	4	1	8	3	10.7	....	....
26	32.9	31.7	30.8	31.98	+ 5.96	30.4	34.0	S. 0	NNE. 1	S. 0	var.	5.1	4	7	1	6	7.8	....	....
27	30.5	29.1	27.3	29.22	+ 3.15	27.2	30.7	N. 0	N. 1	NW. 0	N. 1	4.7	1	1	0	0	**12.9**	....	...
28	27.4	25.9	25.5	26.45	+ 0.34	25.0	28.0	S. 0	SSW. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.6	0	2	3	1	**12.9**	....	...
29	26.0	24.8	24.4	25.10	- 1.06	24.3	26.0	SW. 0	SW. 1	SSW. 1	SSW. 1	8.4	0	1	2	2	11.6	....	....
30	24.6	24.0	23.2	23.74	- 2.46	22.3	24.7	S. 0	SW. 1	S. 0	var.	4.2	8	10	8	9	3.2	....	...
31	22.7	21.0	20.9	21.61	- 4.64	20.2	22.9	SW. 0	SW. 1	S. 0	var.	3.1	10	10	2	7	1.6	....	
Mois	26.15	25.65	26.00	25.85	+ 0.61							10.29	8.1	7.7	5.9	7.2	135.7	57.9	54

GENÈVE — MAI 1902

Jour du Mois	Température 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Observ.	Ecart avec la normale	Min.	Max.	Fraction de Saturation en % 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 8 Obs.	Ecart av. la norm.	Min.	Max.	Tempér. du Rhône Midi	Ecart avec la normale	Limnimètre.
	°	°	°	°	°	°	°								°	°	mm.
1	+ 5.2	+ 8.8	+ 8.0	+ 7.00	- 4.06	+ 4.1	+ 9.9	81	68	90	75	+ 6	66	90	11.7	+ 1.6	1175
2	7.4	10.4	10.1	9.55	- 1.66	6.2	13.2	85	64	65	71	+ 2	53	89	11.5	+ 1.3	1180
3	9.7	14.4	10.6	11.40	+ 0.05	8.8	15.3	73	51	80	66	- 3	51	91	11.6	+ 1.3	1177
4	8.1	14.0	7.0	9.70	- 1.79	6.0	14.8	83	57	88	**76**	+ **7**	54	100	...	.....	1105
5	6.4	9.4	6.0	7.91	- 3.73	4.0	15.0	91	47	83	72	+ 3	47	91	7.0	- 3.5	1155
6	5.8	7.2	6.8	6.15	- 5.63	+ 2.8	11.0	76	60	66	72	+ 2	42	85	6.6	- 4.1	1150
7	3.2	12.2	4.9	6.42	- 5.51	- **0.3**	13.0	81	41	72	66	- 4	41	81	6.8	- 4.0	1135
8	4.2	5.6	4.8	**4.90**	- **7.17**	+ 3.1	8.2	70	61	72	68	- 2	61	77	...	.....	1125
9	4.0	7.3	5.4	5.38	- 6.83	3.5	8.0	79	59	84	75	+ 5	59	84	7.5	- 3.5	1165
10	6.6	9.8	7.6	7.76	- 4.60	4.9	11.3	75	61	67	70	0	51	83	7.7	- 3.4	1150
11	6.8	10.3	6.3	7.15	- 5.35	2.9	13.1	75	73	82	74	+ 4	58	86	...	.....	1125
12	6.6	13.2	8.3	8.65	- 3.99	3.6	15.7	84	37	56	58	-12	34	86	9.6	- 1.8	1135
13	7.9	14.9	8.3	9.10	- 3.68	5.3	16.1	66	48	82	65	- 5	48	82	9.7	- 1.8	1141
14	7.0	9.8	7.2	8.26	- 4.66	4.8	12.2	79	55	58	71	+ 1	47	93	10.0	- 1.6	1135
15	6.5	13.9	10.1	9.29	- 3.78	3.9	15.9	79	29	58	**55**	**-15**	**29**	85	9.7	- 2.0	1130
16	8.9	12.4	10.8	10.24	- 2.97	7.5	15.4	80	72	76	73	+ 3	65	84	9.6	- 2.2	1133
17	10.0	12.4	11.2	11.97	- 1.38	8.4	16.9	86	76	83	74	+ 4	57	86	8.8	- 3.1	1165
18	8.6	11.3	5.6	8.65	- 4.84	4.8	12.9	62	48	80	66	- 4	48	84	...	.....	1255
19	7.8	9.2	5.0	6.90	- 6.72	4.5	10.3	65	51	84	69	- 1	51	83	6.7	- 5.5	1285
20	5.6	9.4	6.0	6.86	- 6.90	3.3	12.2	62	46	76	65	- 5	45	90	7.5	- 4.8	1345
21	6.0	10.7	8.0	7.64	- 6.26	0.6	12.9	80	36	68	65	- 5	36	85	7.4	- 5.0	1315
22	6.6	11.1	7.6	8.08	- 5.95	3.0	12.6	84	49	56	68	- 2	49	90	8.1	- 4.4	1290
23	7.5	11.4	9.6	8.42	- 5.75	2.9	13.0	71	51	57	64	- 6	47	85	8.4	- 4.2	1277
24	7.8	13.0	11.4	10.38	- 3.92	5.0	15.7	73	55	63	66	- 4	49	85	9.2	- 3.6	1275
25	11.6	16.4	13.4	13.45	- 0.99	9.0	18.6	50	59	71	65	- 5	50	85	..	.....	1275
26	13.1	17.5	14.2	14.45	- 0.12	7.7	20.1	80	56	71	69	- 1	47	89	10.6	- 2.4	1270
27	12.4	18.2	15.4	14.52	- 0.18	7.1	21.0	66	47	57	58	-12	34	83	10.9	- 2.2	1255
28	13.4	25.1	18.2	17.51	+ 2.68	8.0	**26.9**	76	34	71	62	- 8	**29**	87	11.8	- 1.4	1270
29	15.6	23.6	18.0	**18.81**	+ **3.85**	12.0	25.8	75	35	61	57	-13	35	80	12.4	- 1.0	1265
30	14.0	21.5	14.0	16.62	+ 1.53	11.4	22.8	78	48	82	63	- 7	48	80	11.9	- 1.6	1270
31	+14.0	+19.8	+16.4	+16.43	+ 1.22	+10.6	+23.0	76	55	68	67	- 3	53	89	12.1	- 1.5	1259
Mois	+ 8.33	+13.04	+ 9.55	+9.99	- 3.21			76	53	72	67	- 3			9.42	- 2.30	1206

MOYENNES DE GENÈVE. — MAI 1902

Correction pour réduire la pression atmosphérique de Genève à la pesanteur normale : + 0mm.02. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

Pression atmosphérique : 700mm +

	1 h. m.	4 h. m.	7 h. m.	10 h. m.	1 h. s.	4 h. s.	7 h. s.	10 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re déc.	25.15	24.77	25.01	25.05	24.67	24.56	24.75	25.13	24.89
2e »	22.99	22.76	23.19	23.27	22.84	22.84	23.14	23.65	23.09
3e »	29.70	29.58	29.88	29.64	29.10	28.43	28.48	29.12	29.24
Mois	26.07	25.83	26.15	26.11	25.65	25.38	25.56	26.07	25.85

Température.

	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re déc	+ 5.92	+ 5.97	+ 6.09	+ 8.98	+ 9.91	+ 9.84	+ 7.73	+ 6.50	+ 7.62
2e »	6.33	5.83	7.57	9.96	11.68	11.33	9.33	7.63	8.71
3e »	9.66	7.74	11.06	14.71	17.12	17.58	15.98	12.55	13.30
Mois	+ 7.37	+ 6.49	+ 8.33	+11.33	+13.04	+13.07	+11.17	+ 9.01	+ 9.99

Fraction de saturation en %.

1re décade	78	79	79	64	57	59	74	81	71
2e »	76	74	74	60	54	53	66	77	67
3e »	81	85	74	57	48	46	54	67	64
Mois	78	80	76	60	53	52	64	75	67

Dans ce mois l'air a été calme **242** fois sur **1000**.

Le rapport des vents $\frac{\text{NNE}}{\text{SSW}} = \frac{92}{86} = 1.07$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 28°.9 W.
Son intensité est égale à 8.2 sur 100.

Moyennes des 3 observations (7h, 1h, 9h)

		mm
Pression atmosphérique		725.93
Nébulosité		7.2
Température	$\frac{7+1+9}{3}$	+10°.31
	$\frac{7+1+2\times9}{4}$	+10°.12
Fraction de saturation		67 %

Valeurs normales du mois pour les éléments météorologiques, d'après Plantamour :

		mm
Press. atmosphér.	(1836-1875)	725.24
Nébulosité	(1847-1875).	5.8
Hauteur de pluie	(1826-1875).	79mm.2
Nombre de jours de pluie	(id.).	12
Température moyenne	(id.).	+13°.20
Fraction de saturat.	(1849-1875)	70 %

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU

GRAND SAINT-BERNARD

PENDANT LE MOIS

DE MAI 1902

Le 2, neige dans la nuit et à 7 h. du matin; forte bise à 7 h. du matin.
3, neige; fort vent à 9 h. du soir.
5, brouillard le matin et le soir; neige.
6, brouillard le soir.
7, brouillard le soir.
8, brouillard le matin; neige l'après-midi.
9, neige le matin; brouillard l'après-midi.
10, neige.
11, neige.
13, neige.
14, brouillard pendant tout le jour.
15, brouillard à 7 h. du matin.
16, neige à 1 h. du soir.
17, neige pendant tout le jour.
18, neige.
19, neige et brouillard l'après-midi.
20, brouillard le matin et le soir.
21, brouillard le soir.
22, brouillard le matin et le soir.
23, brouillard le matin.
24, brouillard le soir.
25, forte bise et brouillard le soir.
26, brouillard le soir.
29, brouillard le matin; fort vent le soir.
30, fort vent l'après-midi.
31, brouillard le matin et le soir; pluie à 1 h. du soir.

Correction pour réduire la pression atmosphérique du Grand Saint-Bernard à la pesanteur normale : — $0^{mm}.22$. — Cette correction n'est pas appliquée dans les tableaux.

GRAND SAINT-BERNARD — MAI 1902

Jour du Mois	Pression atmosphérique 500mm + 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Ecart av. la norm.	Barographe Min.	Max.	Vent 7 h.	1 h.	9 h.	Dominant	Nébulosité 7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Pluie Hauteur (24 h.)	Neige Hauteur (24 h.)
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.									mm.	cm.
1	58.8	58.5	57.9	58.4	– 4.3	57.8	59.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	8	9	10	9	....	....
2	58.4	60.7	62.0	60.4	– 2.4	58.3	62.1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	3	2	5	22.5	19
3	62.0	62.2	62.7	62.3	– 0.6	61.9	63.0	NE. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	3	3	7	4	1.2	1
4	61.9	61.6	61.2	61.6	– 1.4	61.0	62.0	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	8	8	9	8	....	....
5	60.4	62.0	63.3	61.9	– 1.2	60.2	63.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	8	10	9	3.7	4
6	62.2	62.2	62.2	62.2	– 1.0	62.0	62.4	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	2	6	10	6	....	....
7	61.4	61.2	60.3	61.0	– 2.3	60.0	61.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	10	4	....	....
8	59.9	59.2	57.1	58.7	– 4.7	56.0	60.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	26.4	**30**
9	54.1	54.1	55.2	54.5	– 9.0	54.0	56.1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	4.2	4
10	55.6	56.7	57.8	56.7	– 6.9	55.4	58.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	7	7	8	3.8	5
11	58.3	58.7	59.7	58.9	– 4.8	58.0	59.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	4.1	3
12	58.7	58.7	59.3	58.9	– 4.9	58.5	59.8	NE. 1	SW. 1	NE. 1	NE. 1	7	1	9	6	....	....
13	58.7	59.2	58.9	58.9	– 5.0	58.6	59.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	1	4	2	13.6	14
14	57.7	57.8	58.8	58.1	– 5.9	57.5	59.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	10	10	10	1.6	1
15	58.8	60.0	61.6	60.1	– 4.0	58.7	61.8	NE. 1	NE 1	NE. 1	NE 1	10	8	2	7	....	....
16	61.9	62.9	63.5	62.8	– 1.4	61.9	63.8	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	9	10	2	7	17.3	12
17	63.0	63.1	61.6	62.6	– 1.7	61.9	63.5	NE. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	10	10	10	10	**40.5**	20
18	58.1	57.1	57.8	57.7	– 6.7	56.5	60.9	NE. 1	NE. 1	SW. 1	NE. 1	1	9	9	6	13.3	9
19	53.7	53.4	55.5	**54.2**	**– 10.3**	**53.0**	57.0	SW. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	9	10	10	10	11.5	8
20	56.9	58.2	61.0	58.7	– 5.9	7.3	61.1	NE. 2	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	3	10	8	....	....
21	61.1	62.9	64.8	62.9	– 1.7	61.1	65.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	3	3	10	5	....	....
22	65.7	66.1	66.6	66.1	+ 1.4	65.3	66.8	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	3	10	8	....	....
23	64.8	65.0	67.2	65.7	+ 0.8	64.5	67.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	10	2	1	4	....	....
24	68.6	70.1	70.3	69.7	+ 4.7	67.9	70.9	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	9	5	10	8	...	....
25	71.0	71.0	71.2	**71.1**	**+ 6.0**	71.0	**71.5**	NE. 1	NE. 1	NE. 2	NE. 1	3	2	10	5	...	....
26	69.5	69.0	69.2	69.2	+ 4.1	68.9	71.0	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	3	10	4	....	....
27	68.0	68.2	68.4	68.2	+ 3.0	68.0	68.5	NE. 1	NE. 1	NE. 1	NE. 1	0	0	0	0	....	....
28	67.6	67.9	68.0	67.8	+ 2.5	67.4	68.3	SW. 1	SW. 1	SW. 1	SW. 1	1	3	1	2	....	...
29	67.3	67.7	67.2	67.4	+ 2.0	67.0	67.8	SW. 1	SW. 1	SW. 2	SW. 1	10	8	7	8	....	....
30	67.1	66.2	66.2	66.5	+ 1.0	65.9	67.2	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	8	7	8	8	....	...
31	66.0	65.2	65.4	65.5	– 0.1	65.0	66.1	SW. 1	SW. 2	SW. 2	SW. 2	10	10	10	10		
Mois	61.85	62.15	62.64	62.21	– 1.63							6.8	5.9	7.7	6.8	163.7	130

GRAND SAINT-BERNARD — MAI 1902

Jours du mois	Température							Fraction de saturation en %					
	7 heures	1 heure	9 heures	Moyenne 3 Observ.	Ecart avec la normale	Minimum	Maximum	7 h.	1 h.	9 h.	Moyenne 3 Obs.	Min.	Max.
	°	°	°	°	°	°	°						
1	- 6.3	- 1.7	- 4.9	- 4.3	- 2.9	- 8.4	- 0.9	90	65	94	83	56	95
2	- 6.3	- 1.6	- 5.1	- 4.3	- 3.1	- 7.0	- 1.5	94	57	58	70	52	95
3	- 4.3	+ 0.5	- 2.0	- 1.9	- 0.8	- 6.0	+ 2.5	62	47	58	56	36	94
4	- 2.6	+ 0 5	- 4.8	- 2.3	- 1.3	- 5.5	+ 1.2	85	67	95	82	50	97
5	- 6.1	- 3.1	- 7.2	- 5.5	- 1.6	- 7 8	- 3.0	95	82	94	90	64	98
6	- 8.1	- 1.9	- 9.5	- 6.5	- 5.8	-11.2	0.0	76	52	95	74	45	96
7	-10.7	- 1.7	- 7.1	- 6.5	- 5.9	**-13.2**	0.0	52	31	100	62	30	100
8	- 8.5	- 6.3	- 9.4	**- 8.1**	- 7.6	- 9.9	- 4.8	91	75	89	85	67	93
9	- 9.3	- 5.5	- 7.6	- 7.5	- 7.2	-11.0	- 3.0	90	80	95	88	60	97
10	- 7.5	- 3.1	- 5.7	- 5.4	- 5.3	- 9.0	- 1.5	95	66	86	82	60	96
11	- 5.3	- 0.1	- 5.5	- 3.6	- 3.6	- 6.3	+ 0.4	95	57	100	84	54	100
12	- 6.4	- 1.1	- 5.9	- 4.5	- 4.6	- 8.6	1 1	97	51	95	81	45	98
13	- 7.5	+ 0.8	- 3.1	- 3.3	- 3.5	- 8.8	+ 4.0	64	33	60	**52**	30	94
14	- 5.1	- 2.9	- 7.5	- 5.2	- 5.6	- 7.9	- 1.2	96	79	97	91	66	98
15	- 7.4	- 2.9	- 5.9	- 5.4	- 5.9	-10.0	- 1.3	96	51	79	75	47	97
16	- 2.1	+ 4.1	- 2.2	- 0.1	- 0.7	- 6.0	+ 5.0	79	59	70	69	45	85
17	- 0.4	+ 1.0	+ 0.1	+ 0.2	- 0.6	- 2.7	4.2	91	85	99	92	61	100
18	- 4.7	- 3.1	- 7.7	- 5.2	- 6.1	- 8.2	+ 0 5	90	62	95	82	50	98
19	- 8.1	- 4.3	- 9.1	- 7.2	**- 8.2**	-10.0	- 2 9	71	75	94	80	55	95
20	- 8.2	- 3.1	- 8.5	- 6.6	- 7.8	-10.0	- 2 9	95	72	96	88	54	98
21	- 9.5	- 2.5	- 6 5	- 6.2	- 7.5	-12.0	- 0.4	94	54	100	83	48	100
22	- 7.2	- 1.1	- 6.6	- 5.0	- 6.4	- 8.5	- 0.9	100	57	100	86	46	100
23	- 8.1	- 1.7	- [illegible].7	- 5.2	- 6.8	-10.0	- 0.5	97	51	95	81	48	98
24	- 4.8	- 2.5	- 3.4	- 3.6	- 5.3	- 7.4	+ 2 5	47	46	100	64	43	100
25	- 1.1	+ 4.0	+ 0.2	+ 1.0	- 0 8	- 3.9	4.3	100	60	100	87	56	100
26	+ 0.2	4.7	0.3	1.7	- 0.2	- 2.9	6.0	66	61	99	75	54	100
27	- 0.1	7 7	1.9	3.2	+ 1.1	- 1.0	**9.8**	75	23	80	59	**20**	100
28	+ 0.7	6.1	4.1	**3.6**	**+ 1.4**	+ 0.1	8.8	91	53	80	75	41	95
29	2.5	3.1	+ 1.6	2.4	+ 0.1	+ 1.5	4.0	100	92	84	92	58	100
30	0.6	1.9	- 0.3	0.7	- 1.7	- 0.4	2.0	78	65	100	81	58	100
31	+ 0.1	+ 1.5	+ 0.7	+ 0.8	- 1.8	- 0.2	+ 1.0	100	100	100	100	99	100
Mois	- 4.89	- 0.46	- 4.27	- 3.21	- 3.72			86	62	90	79		

MOYENNES DU GRAND SAINT-BERNARD. — MAI 1902

Pression atmosphérique : 500mm + **Fraction de saturation en %**

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne
	mm	mm	mm	mm				
1re décade	59.47	59.84	59.97	59.76	83	62	86	77
2e »	58.58	58.91	59.77	59.09	87	62	88	79
3e »	66.97	67.21	67.68	67.29	86	60	94	80
Mois	61.85	62.45	62.64	62.21	86	62	90	79

Température.

	7 h. m.	1 h. s.	9 h. s.	Moyenne, $\frac{7+1+9}{3}$	Moyenne, $\frac{7+1+2\times 9}{4}$
	°	°	°	°	°
1re décade	— 6.97	— 2.39	— 6.33	— 5.23	— 5.50
2e »	— 5.52	— 1.16	— 5.53	— 4.07	— 4.43
3e »	— 2.43	+ 1.93	— 1.25	— 0.58	— 0.75
Mois	— 4.89	— 0.46	— 4.27	— 3.21	— 3.47

Dans ce mois l'air a été calme 0 fois sur 1000.

Le rapport des vents $\frac{NE}{SW} = \frac{72}{31} = 2.32$.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E.
Son intensité est égale à 44.1 sur 100.

Observations météorologiques faites dans le canton de Genève

Résultats des observations pluviométriques

Station	CELIGNY	COLLEX	CHAMBÉSY	CHATELAINE	SATIGNY	ATHENAZ	COMPESIÈRES
Hauteur d'eau en mm.	102.8	77.1	61.8	70.9	108.0	?	57.0

Station	VEYRIER	OBSERVATOIRE	COLOGNY	PUPLINGE	JUSSY	HERMANCE
Hauteur d'eau en mm.	49.0	57.9	52.0	48.7	46.3	65.1

Durée totale de l'insolation à Jussy : ...h..

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME TREIZIÈME

(4me PÉRIODE)

1902. — Nos 1 à 6.

Pages

Etude thermique de quelques alliages entre zinc et aluminium et cuivre et aluminium pris en proportion définie, par *W. Louguinine* et *A. Schukareff*. 5

Recherches expérimentales sur la mesure des constantes critiques, par *Ph.-A. Guye* et *Ed. Mallet*. 30

Idem (suite). 129

Idem (suite). 274

Idem (suite et fin) 462

Du mécanisme de l'action du peroxyde d'hydrogène sur l'acide permanganique, par *A. Bach*. 41

Analyse du gaz acétylène produit par les carbures de calcium du commerce et sa purification pour l'éclairage, par *A. Landriset* et *A. Rossel*. 49

Résumé météorologique de l'année 1900 pour Genève et le Grand Saint-Bernard, par *R. Gautier*. 55

Idem (suite et fin). 148

Recherches sur la radioactivité induite par l'air atmosphérique, par *J. Elster* et *H. Geitel*, résumé par *H. Geitel*. 113

Pages

Sur quelques dérivés du p-sulfochlorure et de l'o-nitro-p-sulfochlorure de toluène, par *Frédéric Reverdin* et *Pierre Crépieux* 144

Influence de la température sur la dispersion des radiations ultra-violettes dans le sel gemme, le quartz et la calcite, par *F.-J. Micheli* (avec la planche I) 217

Sur les oscillations électriques d'ordre supérieur, par *Marcel Lamotte* 244

Sur l'induction radiante et sur l'existence de rayons qui subissent la réflexion dans le rayonnement émis par un mélange de chlorures de radium et de baryum, par *Thomas Tommasina*. 261

Sur les conditions dans lesquelles certains corps prennent la texture schisteuse, par *W. Spring*. 329

Sur le mécanisme de la formation des pyrrols à partir des sels de l'acide mucique, par *Amé Pictet* et *Albert Steinmann* 342

Etude sur le point de fusion des minéraux et sur les conséquences pétrographiques et synthétiques qui en résultent, par *A. Brun* (avec la planche II) 352

L'Erzgebirge géologico-sismique, par *F. de Montessus de Ballore* (avec la planche III) 352

Théorie géométrique du mouvement des corps (solides et fluides), par *René de Saussure* ... 425

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1901, résumé par *R. Gautier* 490

Idem (suite et fin) 581

Fluorescence invisible, par *Henri Dufour* 537

Pages

Préparation et essais de nitration de quelques dérivés du p-sulfochlorure de toluène, par *Frédéric Reverdin* et *Pierre Crépieux*..... 549

Études numériques sur l'équation des fluides (deuxième mémoire), par *Ph.-A. Guye* et *L. Friderich*..... 559

De la gradation des effets des anesthésiques, par Mlles les Drs *J. Joteyko* et *M. Stefanowska* ... 569

Notes pouvant servir de base à une théorie de l'explosion volcanique, par *A. Brun*..... 596

Compte rendu des séances de la Société neuchâteloise des sciences naturelles.

Séance du 8 novembre 1901. — Dr G. Borel. Les blessures oculaires au point de vue médico-légal..... 182

Séance du 24 novembre. — R. Weber. Appareil montrant les modifications du courant alternatif. — H. Schardt. L'éboulement du glacier de Rossboden..... 183

Séance du 20 décembre. — A. Bellenot. Un ampèremètre à courant maximum. — Aug. Dubois. Sur deux essais de coloration de la Noiraigue à la fluorescéine. — H. Schardt. Les conditions géologiques de la source de la Noiraigue.. 511

Séance du 10 janvier 1902. — J. Jeanprêtre. Curieuse influence du soufre sur la fermentation alcoolique. — J. Jacot-Guillarmod. Les forêts des côtes de Chaumont.... 514

Séance du 23 janvier. — O. Fuhrmann. La copulation et la fécondation chez les cestodes. — H. Rivier. La fabrication de l'acide sulfurique par le procédé de contact..... 516

Séance du 7 février. — A. Berthoud. L'unité de la matière. — F. Conne. Falsifications et altérations de denrées alimentaires en 1901. — Ed. Cornaz. Trois cas de tératologie végétale..... 517

Compte rendu des séances de la Société vaudoise des sciences naturelles, à Lausanne.

Séance du 20 novembre 1901. — Galli-Valerio. Distribution des Anopheles et de la Malaria dans le canton de Vaud. — H. Dufour. Substances radioactives..... 185

Séance du 4 décembre. — A. Schenk. Pithécantropus erectus.

Page.

— P. Jaccard. Distribution florale dans les bassins d'Avers et des Dranses. — E. Renevier. Présentation de fossiles. — M. Lugeon. Aérolithe de Palézieux 186

Assemblée générale du 18 décembre. — E. Chuard et F. Porchet. Contribution à la chimie des vins. — F. Jaccard. Blocs exotiques de la Hornfluh. — Dr H. Schardt. Blocs exotiques de la Hornfluh. — C. Dusserre. Lombrics et terre arable 396

Séance du 8 janvier 1902. — G. Martinet. Sélection de la pomme de terre. — F.-A. Forel. Glaciers du Mont-Blanc. — E. Chuard et F. Porchet. Traitements cupriques et maturation. — M. Lugeon. Lave du Vésuve 400

Séance du 22 janvier. — E. Chuard et F. Porchet. Statistique des vins suisses. — H. Faes. La chenille du chou. — B. Galli-Valerio. Purification des eaux par le bisulfate de sodium. — L. Pelet. Présentation de minéraux 602

Séance du 5 février. — A. Vautier. La téléphotographie. — F.-A. Forel. Mouette et Anodonte 604

Séance du 19 février. — F.-A. Forel. Ecrevisse du Léman. — Schardt. Géologie et hydrologie du tunnel du Simplon. 605

Compte rendu des séances de la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève.

Séance du 21 novembre 1901. — J. Briquet. Système sécréteur dans la tige des Centaurées 75

Séance du 5 décembre. — J. Briquet. Observations sur le genre Physocaulos. — C. de Candolle. Hypoascidie foliaire chez un ficus 78

Séance du 19 décembre. Ph.-A. Guye et L. Perrot. Ecoulement des liquides par gouttes. — J. Micheli. Influence de la température sur les indices de réfraction dans les parties invisibles du spectre. — A. Brun. Basalte du Stromboli et points de fusion des minéraux 80

Séance du 9 janvier 1902. — Th. Tommasina. Réflexion des rayons radioactifs. — E. Chaix. Erosion torrentielle post-glaciaire. — L. Duparc. Aperçu général de la tectonique de l'Oural 297

Séance du 23 janvier. — L. Duparc. Rapport présidentiel pour 1901 303

Séance du 6 février. — R. Chodat et Crétier. Influence du noyau pour la production des ramifications chez les algues. — R. Chodat et C. Bernard. Embryologie du Cytinus hypocystis. — R. Chodat et A. Bach. Influence des peroxydes

Pages

sur les êtres vivants. — L. Duparc et Jerchoff. Plagiaplites quartzifères du Kosswinsky. — F. Pearce. Observations sur une variété de feldspath 303

Séance du 20 février. — B.-P.-G. Hochreutiner. Voyage botanique dans le Sud Oranais. — A. Brun. Synthèse d'une roche acide. Points de fusion de quelques minéraux. — R. Chodat et Bach. Influence des peroxydes sur la vie végétale 311

Séance du 6 mars. Le Secrétaire. 1er fascicule du volume 34 des Mémoires de la Société de physique. — A. Bach. Action de l'acide chromique sur le peroxyde d'hydrogène. — F. Kehrmann et Flürscheim. Recherches sur les acides silicotungstiques. — R. Chodat et Nicoloff. Morphologie des Juglandées. — F.-Louis Perrot. Coucher de soleil avec apparences mobiles autour de l'astre 519

Séance du 20 mars. — Th. Tommasina. L'éther et les phénomènes électrostatiques. — J. Briquet. Observations sur le genre Thorea, — L. Duparc. Roches du Kosswinsky. — B.-P.-G. Hochreutiner. Nouvelles malvacées 612

Séance du 3 avril. — A. Pictet et P. Genequand. Action de l'acide nitrique sur l'acide acétique et homologues. — L. Duparc. Massifs du Tilaï et du Katechersky 617

Séance du 17 avril. — R. de Saussure. Mouvement des fluides. — L. Duparc. Voyage d'exploration dans l'Oural. — R. Chodat et Th. Nicoloff. Sac embryonnaire de Juglans regia L. 618

Compte rendu des séances de la Société de chimie de Genève.

Séance du 14 novembre 1901. — A. Pictet et A. Patry. Décomposition des méthylhydrates de phénanthridine et d'acridine. — H. Decker. Décomposition des hydrates de cyclammonium. — F. Ullmann et W. R. Forgan. Synthèse de nitrobiphényles. — E. Ackermann. La traite fractionnée de la vache 189

Séance du 16 janvier 1902. — A. Bach. Action de l'acide sulfurique sur le peroxyde d'hydrogène. — F. Kehrmann. Combinaisons des orthoquinones avec les acides. — F. Ullmann. Colorants dérivant de la naphtacridine. — C. Grœbe. Préparation du chlore 192

Séance du 13 février. — I. Goldberg. Préparation de l'o-oxybenzophénone. — A. Bach. Action de l'acide chromique sur le peroxyde d'hydrogène. — F. Kehrmann et

Pages

B. Flürscheim. Sels de l'acide silicotungstique. — C. Grœbe et S. Rostovzeff. Action des hypochlorites sur les amides.. 402

Séance du 13 mars. — A. Pictet et P. Genequand. Acide diacétylorthonitrique. — F. Ullmann et L. Frentzel. Décomposition des diazoïques par le chlorure cuivreux. — A. Bach et R. Chodat. Rôle des peroxydes dans l'économie de la cellule vivante.... 404

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE

Journal suisse d'horlogerie..... 194

MÉTÉOROLOGIE

R. Börnstein. Guide de météorologie dynamique ... 88

PHYSIQUE DU GLOBE

Andreas Holmsen. Congélation des lacs de Norvège. 525

PHYSIQUE

H. Geitel. Application de la théorie des ions des gaz à l'interprétation des phénomènes de l'électricité atmosphérique 317

Ad. Wernicke. Traité élémentaire de mécanique avec applications et exercices de physique et de technique 317

Paul-L. Mercanton. Contribution à l'étude des pertes d'énergie dans les diélectriques 407

CHIMIE

A. Herzen. Contributions à la physiologie de la digestion. I. Influence de quelques agents nutritifs sur la quantité et la qualité du suc gastrique 89

A. Herzen. Contributions à la physiologie de la digestion. II. Sur le rôle de la rate dans la formation de la trypsine..... 89

St. von Kostanecki, L. Paul et *J. Tambor.* Synthèse de la 3-oxychromone 89

St. von Kostanecki et *L. Lyod.* Recherches dans le groupe de la chromone..... 89

Pages

A. Werner et *J. Kunz*. Sur les phénanthrylamines. 92
St. von Kostanecki et *J. Tambor*. Sur la 3′ oxyflavone. 195
St. von Kostanecki et *J. Tambor*. Synthèses dans le groupe de la chromone. 196
J. Siegrist. Sur la vitesse de précipitation électrolytique du cuivre en présence de l'acide sulfurique. 318
R. Gnehm et *A.-W.-E. Gansser*. Sur les dérivés de l'acide gallamique. 319
A. Oswald. Sur la thyréoglobuline. 319
St. von Kostanecki et *F. Webel*. Sur un isomère de l'apigénine. 409
E. Diller et *St. von Kostanecki*. Sur la synthèse de la lutéoline. 410
W. Butkewitsch. Sur la présence d'une enzime protéolytique dans les graines germées et sur son action. 411
E.-J. Constam et *J. Cola Bennett*. Sur les hyperborates. Réponse à M. Tanatar. 412
A. Tschirch et *B. Niederstadt*. Sur un copal néo-zélandais (Kauri-Busch-Kopal) retiré du *Dammara australis*. 412
D. Radzikowsky. Contribution à la physiologie de la digestion. III. Une substance purement accélératrice de la sécrétion gastrique. 527
M. Cloetta. Sur la préparation et la composition des glycosides de la digitale. 527
Bulletin du Chimiste cantonal de St-Gall pour 1899. Les falsifications en Suisse. 621
A. Bistrzycki et *C. Herbst*. Sur quelques acides aldéhydiques des séries α aliphatique et orthoaromatique. 622
A. Heffter. L'acide cacodylique au point de vue de ses réactions dans l'organisme et de la manière de le déceler dans l'urine. 623
R. Suchy. Sur les chaînes pyrochimiques de Daniell. 623
A. Tschirch et *B. Niederstadt*. Sur le copal néo-zélan-

Pages

dais (Kauri-Busch-Kopal) retiré du *Dammara australis* 623

A. Tschirch et *B. Niederstadt*. Sur la résine du Pinus silvestris 624

GÉOLOGIE

W. Bulloch Clarck et *G. Curtis Martin*. Dépôts éocènes du Maryland 197

BIOLOGIE

F.-A. Forel. Le Léman 320

J. Constantin. L'hérédité acquise 528

Liste bibliographique des travaux de chimie faits en Suisse 93

Idem (suite) 199

Idem (suite) 413

Idem (suite) 625

Extension de la publication mensuelle des observations météorologiques de Genève et du Grand Saint-Bernard 207

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de de décembre 1901 105

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de janvier 1902 209

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de février 1902 321

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de mars 1902 417

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois d'avril 1902 529

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES pendant le mois de mai 1902 629

New York Botanical Garden Library
3 5185 00274 1260